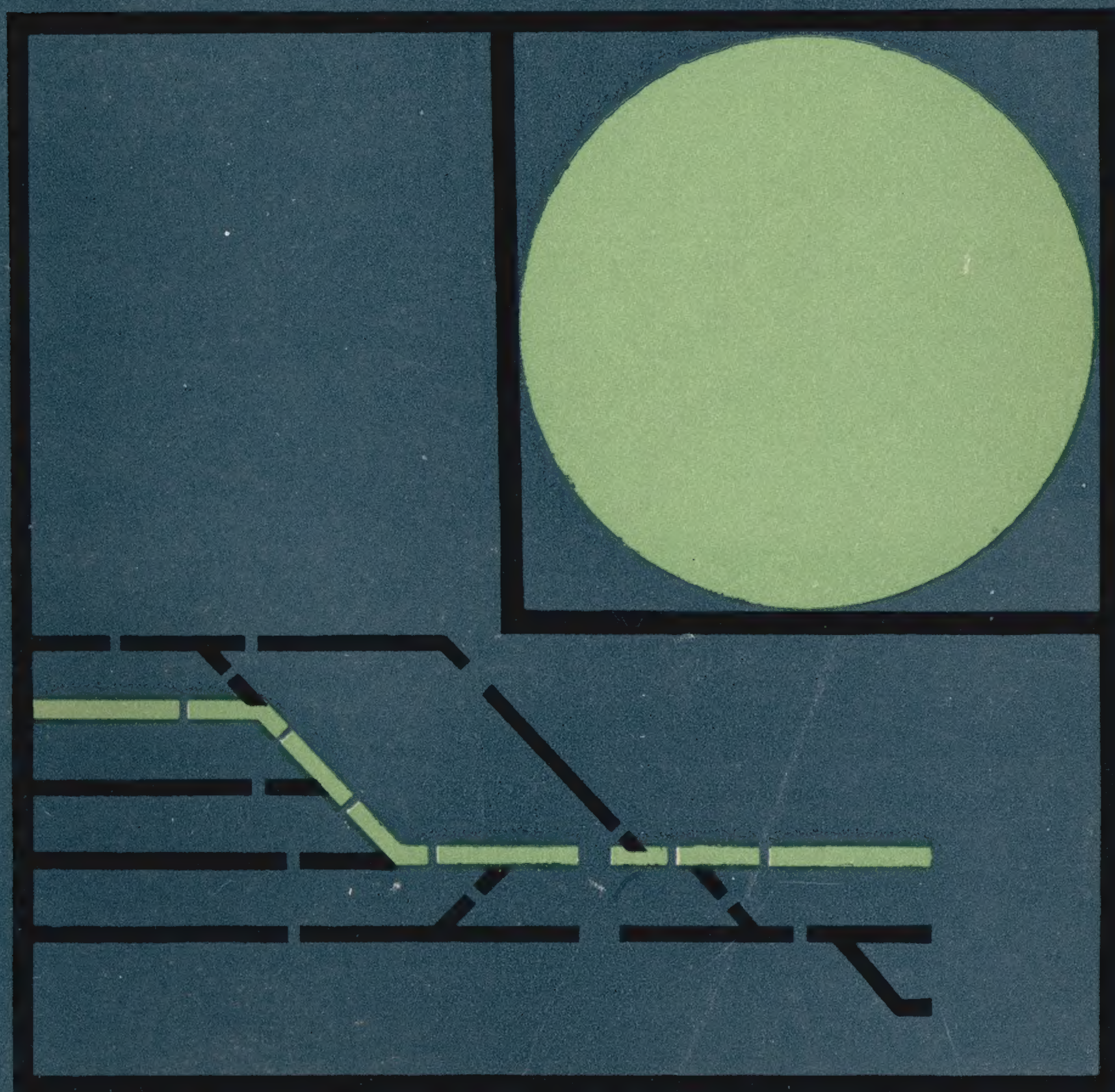
Antoni Mikulski

ELEMENTY PRZEKAŹNIKOWYCH URZĄDZEŃ AUTOMATYKI ZRK



WKŁ

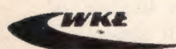
ELEMENTY PRZEKAŹNIKOWYCH URZĄDZEŃ AUTOMATYKI ZRK



Mgr Inż. ANTONI MIKULSKI

ELEMENTY PRZEKAŹNIKOWYCH URZĄDZEŃ AUTOMATYKI ZRK

(zabezpieczenia ruchu kolejowego)



WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI

Okładkę projektował *Zbigniew Rzepecki*

656.257:656.253:631.318

Budowa i działanie elementów przekaźnikowych urządzeń zrk (zabezpieczenia ruchu kolejowego), w tym przekaźników na prąd stały i zmienny, transformatorów, prostowników, dławików wyrównawczych i przetwornic sygnałowych; opisy stacyjnych nastawnic przekaźnikowych, planów świetlnych, elektrycznych napędów zwrotnicowych, urządzeń sygnalizacji świetlnej, armatury kablowej itp.
Odbiorcy: monterzy i technicy zrk.

Opiniodawcy:
mgr inż. *Andrzej Kociszewski*
mgr inż. *Marian Smolec*

Redaktor merytoryczny mgr inż. *Janina Sobczyk*

Redaktor techniczny *Mieczysław Wodyk*

Korektor *Nina Niuńko*

Opracowanie wersji cyfrowej *Artur Palka*

WYDAWNICTWA KOMUNIKACJI i ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA 1970

Wydanie pierwsze. Nakład 2500+200 egz. Ark. wyd. 29,5. Ark druk. 25,7, w tym 1 wklejka. Oddano do składania we wrześniu 1969. Podpisano do druku w lipcu 1970. Druk ukończono w sierpniu 1970. Papier druk. sat. kl. V, 70 g. 70×100 z fabryki we Włocławku. Zam. P/206/69. K-6052.
Cena zł 45.—

Zakł. Graf. „Tamka", Zakł. nr 1, W-wa. Zam. 1879/69. K-47

SPIS TREŚCI

WIADOMOŚCI OGÓLNE

Zabezpieczenie ruchu kolejowego stanowi dziedzinę techniki komunikacyjnej, która zajmuje się zagadnieniami sprawności i bezpieczeństwa ruchu pojazdów szynowych. Urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego (nazywane w skrócie urządzeniami zrk) stanowią środki techniczne, zapewniające sprawne i bezpieczne poruszanie się pojazdów po torach kolejowych.

Wykorzystanie wielu zdobyczy nowoczesnej techniki, a zwłaszcza automatyki i telemechaniki, w urządzeniach zrk umożliwia osiągnięcie wysokiej sprawności elektrycznych urządzeń, zapewnia duży stopień bezpieczeństwa ruchu kolejowego na stacjach i szlakach oraz znacznie wpływa na usprawnianie kierowania ruchem kolejowym.

Elektryczne urządzenia zrk służą do nastawiania i kontroli położenia zwrotnic, sygnałów na sygnalizatorach oraz innych elementów wchodzących w przebieg, zapewniają bezpieczną i wygodną pracę personelu obsługi, jak również wprowadzają postęp techniczny w kierowaniu ruchem pociągów.

Treść niniejszej książki ma na celu zapoznanie czytelników z konstrukcjami i działaniem elementów elektrycznych urządzeń zrk. Materiał jest podany w sposób umożliwiający korzystanie z niego Czytelnikom, którzy mają już pewną znajomość podstaw zabezpieczenia ruchu kolejowego i ogólną wiedzę o systemach oraz różnych rodzajach elektrycznych urządzeń zrk.

Urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego należą do środków technicznych, które powinny zapewniać wykonanie przewozów przy możliwie małych nakładach inwestycyjnych i dużych efektach ekonomicznych. Urządzenia zrk stosowane na PKP, odnoszące się do urządzeń sygnalizacyjnych oraz urządzeń nastawczych zwrotnic i sygnalizatorów, mogą zawierać elementy, o których będzie mowa w tej książce, bądź też elementy elektroniczne, stanowiące części składowe automatyki i telemechaniki.

Do elektrycznych elementów stosowanych w urządzeniach zrk należą między innymi: przekaźniki, transformatory, dławiki, prostowniki, napędy, sygnalizatory i wiele innych. Ze względu na zapewnienie sprawności i bezpieczeństwa ruchu kolejowego na PKP pracę tych elementów musi cechować dokładność, niezawodność i długotrwałość. Właściwe zastosowanie elementów w różnych systemach i rodzajach urządzeń zrk polega na doborze odpowiednich charakterystyk, cechujących poszczególne elementy. Wszystkie charakterystyki elementu, wyrażone w postaci liczbowej lub wykreślnej, wraz z nominalnym napięciem

i natężeniem prądu dla wymaganych warunków pracy oraz podanymi ewentualnie sposobami regulacji stanowią metrykę tego dokumentu, dołączoną zazwyczaj przez zakład produkcyjny do każdego z nich.

W celu dalszej automatyzacji procesów prowadzenia ruchu, zwiększenia sprawności i zapewnienia bezpieczeństwa tego ruchu przewiduje się wzmożenie stosowania takich urządzeń na PKP, jak blokady samoczynnej, zdalnego sterowania, samoczynnego hamowania pociągów, sygnalizacji kabinowej, samoczynnej sygnalizacji na przejazdach, samoczynnego nastawiania przebiegów na stacjach i na górkach rozrządowych.

Wybór odpowiedniego rodzaju urządzeń wymaga przeprowadzenia szczegółowej analizy efektów ekonomicznych, wynikających ze stosowania poszczególnych elementów. Na wybór urządzeń zrk ma również swój wpływ opłacalność, wynikająca ze stosowania odpowiedniego typu urządzeń.

Z doświadczeń wynika, że efekty ekonomiczne uzyskiwane ze stosowania nowoczesnych urządzeń upoważniają niejednokrotnie do stosowania wysokich nakładów inwestycyjnych, które zwracają się dość szybko wskutek zmniejszenia wydatków eksploatacyjnych.

W razie możliwości zastosowania różnych urządzeń zrk należy zdecydować się na takie urządzenia, które będą zapewniały osiągnięcie najbardziej ekonomicznych efektów.

Każdy rodzaj urządzeń zrk, dobrany dla uzyskiwania żądanej przelotowości linii i przepustowości stacji, powinien zapewniać maksymalną sprawność ruchu, której nie można jednak osiągnąć bez równoczesnego zapewnienia należytego bezpieczeństwa tego ruchu. Sprawność i bezpieczeństwo ruchu są ze sobą ściśle powiązane. Zwiększanie sprawności ruchu powoduje malenie uwagi personelu nad wykonywaniem powierzonych czynności. Respektowanie usztywnienia instrukcji, przepisów i regulaminów w prowadzeniu ruchu staje się przyczyną zmniejszenia jego sprawności.

W takim przypadku należy znaleźć właściwe rozwiązanie, które dałoby maksymalne warunki bezpieczeństwa prowadzenia ruchu przy możliwie największej sprawności.

Biorąc pod uwagę względy bezpieczeństwa i efekty ekonomiczne dochodzimy do wniosku, że elementy stosowane w urządzeniach zrk muszą się odznaczać dużą dokładnością wykonania oraz niezawodnością pracy, zwłaszcza w razie przewoże-

Tablica A

Jednostki zasadnicze układu SI

Wielkość	Jednostka miary	Symbol
Długość	metr	m
Masa	kilogram	kg
Czas	sekunda	s
Natężenie prądu elektrycznego	amper	A
Temperatura (termodynamiczna)	stopień Kelvina	°K
Światłość (kierunkowość)	kandela	Cd

Tablica B

Wykaz porównawczy najważniejszych jednostek starego i międzynarodowego układu SI

Lp.	Wielkość	Symbol wielkości	Stara jednostka	Symbol starej jednostki	Nowa jednostka	Symbol nowej jednostki	Wartość starej jednostki w jednostkach SI
1	Długość	l	metr	m	metr	m	1 m
2	Prędkość liniowa	v	kilometr na godzinę	km/h	metr na sekundę	m/s	$0{,}2777778\ m/s = \frac{1}{3{,}6}\ m/s$
3	Przyspieszenie liniowe	a (p)	metr na sekundę do kwadratu	m/s^2	metr na sekundę do kwadratu	m/s^2	$1\ m/s^2$
4	Masa	m	kilogram	kg	kilogram	kg	1 kg
5	Siła	F	kilogram	kG	niuton	N	9,80665 N
6	Moment siły	M	kilogramometr	kGm	niutonometr	Nm	9,80665 Nm
7	Ciśnienie	p	kilogram na centymetr kwadratowy, atmosfera techniczna	kG/cm^2 at	niuton na metr kwadratowy	N/m^2	$98066{,}5\ N/m^2$
8	Praca Energia	A, W E	dżul kilogramometr kilowatogodzina kaloria	J kGm kWh Cal	dżul	J	1 J 9,80665 J $3{,}6 \cdot 10^6$ J 4,1668 J
9	Moc	P (N)	wat	W	wat	W	1 W
10	Temperatura bezwzględna	T, Θ	stopień Kelvina	°K	stopień Kelvina	°K, deg	1°K
11	Temperatura użytkowa	t, Θ, ϑ	stopień Celsjusza	°C	stopień Kelvina	°K, deg	$t_c = T_k - 273{,}15$ degC = deg

nia ludzi lub wówczas, gdy jest stosowana duża szybkość do przewożenia dużych mas towarowych. W razie awarii czynniki te powodują nieobliczalne w skutkach straty.

Z tego względu elementy stosowane w urządzeniach zrk powinny być odpowiednio dobierane do danego rodzaju urządzeń i dostosowane do wymagań danego rodzaju transportu kolejowego. Konstrukcje tych elementów nie powinny być zbytnio skomplikowane i muszą być przystosowane do warunków, w jakich urządzenia pracują. Elementy powinny być ponadto dostosowane do pracy w zależności od miejsca ich umieszczenia. Zewnętrzne urządzenia zrk powinny mieć taką konstrukcję, aby nie zmieniały się ich warunki pracy pod wpływem zmian warunków atmosferycznych, jakie mogą występować w miejscu zainstalowania tych urządzeń.

Pewność działania i prostota konstrukcji powinny być dominującą cechą elementów urządzeń zrk. Jednakże mimo prostej konstrukcji elementy te powinny spełniać należycie zadania, jakie są postawione przed urządzeniami zrk, których głównym celem jest bezpieczeństwo ruchu.

W książce tej zostały użyte dotychczas stosowane układy jednostek. Jednakże ze względów porównawczych podano również w postaci tablic (A i B) zasadnicze jednostki układu SI oraz zestawienie porównawcze najważniejszych jednostek starego i międzynarodowego układu SI.

I. PRZEKAŹNIKI

1. Podział przekaźników

W przekaźnikowych nastawniach elektrycznych nie ma zależności mechanicznych, nie stosuje się w nich suwaków, nasadek i wykluczników; wszelkie zależności między zwrotnicami i semaforami, kontrola ich położenia, kontrola stanu izolowanych odcinków torowych i zwrotnicowych, utwierdzenia i zwolnienia przebiegów itp. — są wykonane tylko za pomocą przekaźników. Również w urządzeniach liniowych przekaźniki stanowią podstawowe elementy. Sterują one różnymi obwodami prądów za pomocą swoich zestyków. Praca zestyków polega na zamykaniu (łączeniu) bądź przerywaniu (odłączaniu) różnych obwodów lub też przełączaniu z jednego obwodu na drugi.

Przekaźniki stosowane w urządzeniach zrk powinny pracować jak najsprawniej i w możliwie najwyższym stopniu zapewniać niezawodność działania tych urządzeń, powinny zużywać małą moc, a w razie uszkodzenia — podlegać łatwej i szybkiej wymianie. Najpraktyczniejszym pod tym względem typem jest przekaźnik wtykowy, gdyż można go szybko wymieniać.

Pod względem sposobu włączania ich w elektryczne obwody rozróżniamy trzy rodzaje przekaźników: zaciskowe, wtykowe, z końcówkami lutowniczymi.

Przekaźnikami zaciskowymi nazywamy takie, których końce uzwojeń oraz styki zakończone są zaciskami śrubowymi z nakrętkami, przystosowanymi do indywidualnego podłączania przewodów obwodów elektrycznych. Do tej grupy należą np. przekaźniki: JRB, JRC, JRG, JRM, JRR, JRV, JRY i ZRV.

Przekaźnikami wtykowymi nazywamy takie, których końce uzwojeń oraz styki umożliwiają wtykowe włączanie i wyłączanie przekaźników. Do tej grupy są zaliczane przekaźniki: JRJ, JRK, ERV, RK, RL 23, RL 25, RL 29.

Przekaźnikami z końcówkami lutowniczymi nazywamy takie, których końce uzwojeń oraz styki są zakończone końcówkami lutowniczymi, przystosowanymi do indywidualnego podłączania przewodów elektrycznych za pomocą lutowania. Do tej grupy są zaliczane takie przekaźniki jak: RL 21 RL 22, RL 24, RL 27, RL 292, ERT oraz ZRV z końcówkami lutowniczymi.

W zależności od rodzaju prądu zasilania rozróżniamy przekaźniki:
— na prąd stały,
— na prąd zmienny,
— na prąd stały i zmienny.

Do przekaźników prądu stałego należą przekaźniki: JRB 1, JRC 1, JRG 10, JRG 11, JRK 101, JRK 1031, JRK 1041 ÷ JRK 1047, JRK 1061, JRK 1081, JRK 111, JRK 1161, JRK 1181, JRK 20, JRM, JRR 10, JRR 13, RL 21, RL 22, RL 23, RL 24, ERT, ZRV.

Do przekaźników prądu zmiennego oraz przekaźników prądu stałego i zmiennego zaliczamy przekaźniki: JRJ, JRV, JRY, ERV, JRB 2, JRC 2, JRG 12, JRG 13, JRG 14, JRG 15, JRG 16, JRG 17, JRK 1045, RK 102, RK 1946, JRR 11, RL 25, RL 27, RL 29.

W zależności od cech konstrukcyjnych przekaźników dzielimy je na:
— elektromagnetyczne, do których należą przekaźniki: JRB, JRC, JRG, JRK, JRM, JRR, RK, RL, ERT, ZRV,
— indukcyjne, do których zaliczono przekaźniki: JRJ, JRV, JRY, ERV.

Pod względem liczby położeń, jakie może przyjąć przekaźnik, dzielimy przekaźniki na:
— dwupołożeniowe, do których zaliczamy: JRB, JRC, JRG, JRJ, ERV, RK, JRV, ZRV, RL, ERT,
— trzypołożeniowe, do których zaliczamy: JRR i JRY.

W zależności od czasów działania przekaźnika rozróżniamy:
— przekaźniki o normalnym czasie zwalniania lub przyciągania kotwicy; w tej grupie przekaźników kotwica jest przyciągana w czasie od 0,1 do 0,3 s i zaliczane są do niej przekaźniki: JRB 11, JRB 13, JRB 21, JRB 23, JRC 11, JRC 13, JRC 21, JRG, JRR, JRK 101, JRK 104, JRK 106, JRK 108, JRK 11, RK 101, RK 104, RK 108, RK 112, RK 201, JRJ, JRV, JRY, ERV, RL 20, RL 21, ZRV;
— przekaźniki o przyspieszonym czasie zwalniania lub przyciągania kotwicy; w tej grupie przekaźników przyciąganie kotwicy odbywa się w czasie od 0,02 do 0,1 s; do tej grupy należą przede wszystkim przekaźniki typu teletechnicznego;
— przekaźniki o opóźnionym czasie zwalniania lub przyciągania kotwicy; w tej grupie przekaźników kotwica jest przyciągana z opóźnieniem wynoszącym od 0,3 do kilku sekund i zaliczane są do niej następujące przekaźniki: JRB 15, JRB 17, JRB 18, JRB 27, JRC 15, JRC 17, JRK 103, RK 103, RK 203, RL 20, RL 21, ERT.

W zależności od sposobu podtrzymywania kotwicy w stanie wzbudzonym rozróżniamy przekaźniki:
— w których kotwica jest utrzymywana w stanie wzbudzonym tylko podczas zasilania jego uzwojenia; są to przekaźniki: JRB, JRC, JRG, JRM, JRR, RL, ERT ZRV 10, ZRV 30,, JRK z wyjątkiem podanych w następnej pozycji, RK;

— z podtrzymywaniem magnetycznym kotwicy, do których należą przekaźniki: JRK 100, JRK 118, RK 108;
— z podparciem mechanicznym kotwicy, do których należy przekaźnik ZRV 40.

Przekaźniki z podtrzymywaniem magnetycznym są to przekaźniki elektromagnetyczne, w których kotwica jest utrzymywana w stanie wzbudzonym jeszcze po odłączeniu napięcia zasilającego wskutek oddziałującego na nią strumienia magnetycznego, źródłem którego jest przynajmniej jedna część obwodu magnetycznego.

Przekaźniki z podparciem mechanicznym stanowią zespoły złożone z dwóch przekaźników elektromagnetycznych, których kotwice oprócz oddziaływania na styki sterują również mechanicznym elementem podtrzymującym kotwicę drugiego przekaźnika w stanie wzbudzonym po odłączeniu zasilania, gdy przekaźnik, z którego kotwicą związany jest ten element, znajduje się w stanie nie wzbudzonym.

Oprócz przedstawionego podziału przekaźników, stosowanych najczęściej w przekaźnikowych urządzeniach zrk, Centralny Zarząd Zabezpieczenia Ruchu i Łączności wprowadził nowy podział przekaźników według klas bezpieczeństwa. Odnosi się to do ich zasadniczej konstrukcji z wyłączeniem dodatkowego wyposażenia, które stanowi część obwodu elektrycznego urządzeń zrk.

Przekaźniki I klasy bezpieczeństwa są to takie, które dzięki określonym własnościom technicznym same spełniają funkcje zapewniające bezpieczeństwo ruchu, bez pomocy innych przekaźników lub szczególnych przedsięwzięć w układach elektrycznych.

Przekaźniki zaliczane do I klasy bezpieczeństwa powinien cechować powrót do stanu niewzbudzonego powodowany ciężarem kotwicy lub elementu napędowego albo tym ciężarem w połączeniu z siłą dodatkowej sprężyny. Przekaźniki te mają styki poruszane przez kotwicę, wirnik lub tarczę sterującą w sposób trwały zarówno ze stykami jak i kotwicą, wirnikiem lub tarczą sterującą przekaźnika.

Styczki tych przekaźników powinny być niezgrzewalne, tzn. wykonane z materiału nie podlegającego zgrzewaniu z inną styczką, przy czym zestyki o podwójnej przerwie ze styczkami zgrzewalnymi, np. srebrnymi, są uznawane za równoważne stykom niezgrzewalnym.

W przekaźnikach I klasy zamknięcie choćby jednego styku zwiernego będzie możliwe dopiero wówczas, gdy otwarte zostaną wszystkie zestyki rozwierne, i odwrotnie. W przekaźnikach tych izolacja części przewodzących prąd powinna wytrzymać próbę napięcia probierczego sinusoidalnie zmiennego o częstotliwości 50 Hz i wartości skutecznej co najmniej 2000 V.

Przekaźniki I klasy charakteryzuje również wytrzymałość mechaniczna, polegająca na wytrzymałości co najmniej 10^7 zadziałań. Do tej klasy zostały zaliczone następujące przekaźniki: JRB, JRC, JRV, JRY i ERV 11.

Przekaźniki I klasy mają w zasadzie oznaczenie złożone z dwóch lub trzech iter dużych oraz cztero- lub pięciocyfrowego numeru.

P r z e k a ź n i k i II k l a s y b e z p i e c z e ń s t w a są to takie, które dzięki określonym właściwościom technicznym mogą spełniać funkcje zapewniające bezpieczeństwo ruchu, działanie którego powinno być kontrolowane przy każdej czynności łączeniowej za pomocą innych przekaźników lub odpowiednich układów elektrycznych.

Przekaźniki należące do tej klasy powinny cechować te same właściwości, jakim podlegają przekaźniki I klasy z dopuszczeniem powrotu do stanu niewzbudzenia spowodowanego siłą sprężystości sprężyn stykowych lub siłą sprężystości sprężyn stykowych w połączeniu z siłą sprężyny dodatkowej. Dopuszczalne jest również stosowanie styczek zgrzewalnych, tj. wykonanych z materiału, który może się zgrzewać z materiałem współpracującej styczki.

Do II klasy bezpieczeństwa zakwalifikowano następujące przekaźniki: JRG, JRJ, JRK, JRM, JRR, RK, ERV 10, ZRV 40.

Przekaźniki pomocnicze są to takie, które dzięki określonym właściwościom technicznym mogą spełniać funkcje pomocnicze w układach kontroli i sterowania; nieprawidłowe działanie tych układów może spowodować zakłócenia ruchu, jednak nie powinno mieć wpływu na zapewnienie bezpieczeństwa tego ruchu.

Przekaźniki pomocnicze powinny spełniać warunki określone dla przekaźników II klasy lub mogą mieć swobodne prowadzenie styków, polegające na tym, że styki takiego przekaźnika nie mają stałego połączenia z kotwicą, wirnikiem lub tarczą sterującą. W przekaźnikach tych możliwe jest równoczesne zwarcie zestyków rozwiernych i zwiernych, izolacja może wytrzymywać próbę napięciem niższym niż 2000 V i 50 Hz oraz mogą wytrzymywać mniej niż 10^7 zadziałań. Do tej grupy są zaliczane przekaźniki RL i ERT.

2. Ogólna charakterystyka przekaźników prądu stałego

a. Ogólne zasady pracy przekaźników

Pod względem zasady pracy przekaźniki prądu stałego dzielą się na:
— neutralne (obojętne),
— spolaryzowane,
— kombinowane.

P r z e k a ź n i k i n e u t r a l n e mają rdzenie wykonane z miękkiej stali i przyciągają kotwicę w czasie przepływu prądu stałego przez cewkę elektromagnesu, bez względu na biegunowość prądu zasilania. Kotwice w tych przekaźnikach są obojętne, tzn. nie namagnesowane. Do tej grupy przekaźników należą: JRB 11, JRB 15, JRB 17, JRC 11, JRC 15, JRC 17, JRG 10, JRG 11, JRK 101, JRK 1041, JRK 111, RK 104, RK 20, JRR 10, RL 2, ERT, ZRV.

P r z e k a ź n i k i s p o l a r y z o w a n e mają rdzenie wykonane z twardej stali i przyciągają kotwicę w jednym lub drugim kierunku, zależnie od kierunku przepływu prądu w cewce. Elektromagnesy przekaźników spolaryzowanych wykazują właściwości magnetyczne nawet wówczas, gdy przez ich uzwojenie nie płynie prąd. Kotwica w tych przekaźnikach jest spolaryzowana, tzn. namagnesowana; zajmuje ona jedno z krańcowych położeń, odpowienio do kierunku

prądu płynącego w cewkach przekaźnika. Do tej grupy przekaźników należą: JRB 21103, JRB 21201, JRB 212, JRB 21301, JRB 21305, JRB 21401, JRB 21901, JRB 21003, JRB 231, JRC 21101, JRC 21106, JRC 21113, JRK 1047, JRK 1061, JRK 1031, JRK 1161, JRK 1181, JRR 13.

Przekaźniki kombinowane działają jako przekaźniki obojętne i spolaryzowane. W przekaźnikach takich są 2 kotwice, z których jedna jest obojętna, a druga — spolaryzowana. Kotwica obojętna jest przyciągana niezależnie od kierunku prądu płynącego w cewkach przekaźnika, kotwica zaś spolaryzowana zmienia swoje położenie odpowiednio do zmian kierunku prądu płynącego w uzwojeniu przekaźnika.

Obecnie w urządzeniach zrk są stosowane na PKP przeważnie przekaźniki neutralne.

Przekaźniki prądu stałego dla nowych urządzeń wykonywane są na napięcie 24 V. W nastawnicach mechanicznych spotyka się jeszcze stosowane przejściowo przekaźniki prądu stałego na napięcie 12 V.

Każdy przekaźnik prądu stałego charakteryzują 2 stany:

stan czynny (stan pracy), gdy przekaźnik jest wzbudzony wskutek przepływu prądu przez uzwojenie cewek;

stan bierny (stan spoczynku), gdy przez uzwojenie elektromagnesów nie przepływa prąd.

W pracy przekaźnika rozróżnia się prądy:
— przyciągania,
— pracy,
— zwalniania.

Prąd przyciągania jest to najmniejsza wartość natężenia prądu płynącego przez uzwojenie przekaźnika, przy którym przekaźnik zdolny jest całkowicie przyciągnąć kotwicę.

Prąd pracy jest to najmniejsza wartość natężenia prądu płynącego przez uzwojenie przekaźnika, przy którym przekaźnik jeszcze utrzymuje kotwicę w stanie przyciągniętym.

Prąd zwalniania jest to największa wartość natężenia prądu płynącego przez uzwojenie przekaźnika, przy którym przekaźnik zdolny jest całkowicie zwolnić kotwicę.

Przekaźniki stosowane w urządzeniach zrk charakteryzują się prądem zwalniania wynoszącym od 30 do 55% wartości prądu przyciągania. Dla zachowania dużej wartości prądu zwalniania rdzeń stalowy elektromagnesu powinien być wolny od magnetyzmu szczątkowego (koercji).

Po dłuższej pracy przekaźnika, trwającej — zależnie od typu i rodzaju przekaźnika — od kilku miesięcy do kilku lat, następuje starzenie rdzenia przekaźnika, które powoduje, że prąd zwalniania zmniejsza się, wskutek czego obniża się jakość i pewność pracy przekaźnika.

W przypadku stwierdzenia zmniejszenia się prądu zwalniania o około 33% w stosunku do jego początkowej wartości przekaźnik należy wymienić.

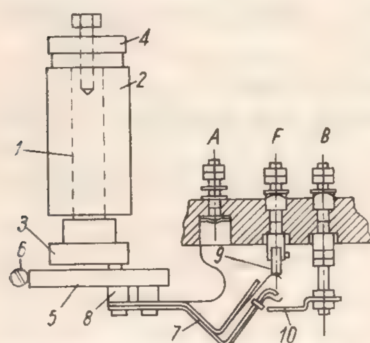
Budowa przekaźników stosowanych w urządzeniach zrk powinna odpowia-

dać specjalnym warunkom, w jakich odbywa się ich praca. Przekaźniki te są umieszczane nie tylko w wewnętrznych pomieszczeniach nastawni, ale bardzo często także w szafach torowych, gdzie narażone są na wstrząsy wywoływane przejeżdżającymi pociągami oraz na zmienne warunki atmosferyczne.

Duży wpływ na warunki budowy i działanie przekaźników mają: wilgoć, kurz oraz znaczne wahania temperatury otoczenia.

Z tego względu przekaźniki zasadniczego znaczenia stosowane w urządzeniach zrk powinna cechować wysoka wytrzymałość mechaniczna i znaczna sprawność elektryczna. Przekaźniki te powinny mieć mocną budowę, a ich elementy należy wykonywać z dużą dokładnością i z najlepszych materiałów.

Na rysunku I-1 jest pokazany schemat budowy przekaźnika prądu stałego. Na rdzeniach *1* osadzone są uzwojenia obu cewek *2*, odpowiednio ze sobą połączone. Jedne końce tych cewek przy szeregowym połączeniu są dołączone do wspólnego zacisku. Drugie ich końce wyprowadzone są do oddzielnych zacisków. Rdzenie są zakończone od dołu nabiegunnikami *3* i połączone z góry jarzmem *4*. Kotwica *5* osadzona jest w dwóch łożyskach *6* i porusza się ruchem wahadłowym.



Rys. I-1. Ogólny schemat przekaźnika prądu stałego

Rdzeń, jarzmo i kotwica są wykonane zwykle z miękkiej stali kalibrowanej. Do kotwicy są przymocowane ruchome sprężyny stykowe *7* odizolowane od niej za pomocą płytki z materiału izolacyjnego lub specjalnych izolatorów *8*. Na końcach sprężyn stykowych są osadzone styczki, które łącznie ze sprężynami stanowią ruchome styki przekaźnika. Oprócz tych styków przekaźnik ma jeszcze styki nieruchome, w których styczki są osadzone w odpowiednich uchwytach zakończonych zaciskami.

Jeśli kotwica jest przyciągnięta, to styki ruchome zwierają się z górnymi stykami nieruchomymi, a jeśli zwolniona — to z dolnymi stykami nieruchomymi lub nie zwierają się z żadnymi stykami.

Górne styki nieruchome *9*, zwierające się ze stykami ruchomymi przy przejściu przekaźnika w stan czynny, są nazywane zestykami zwiernymi, a dolne styki nieruchome *10*, rozwierające się ze stykami ruchomymi przy przejściu przekaźnika w stan czynny — zestykami rozwiernymi.

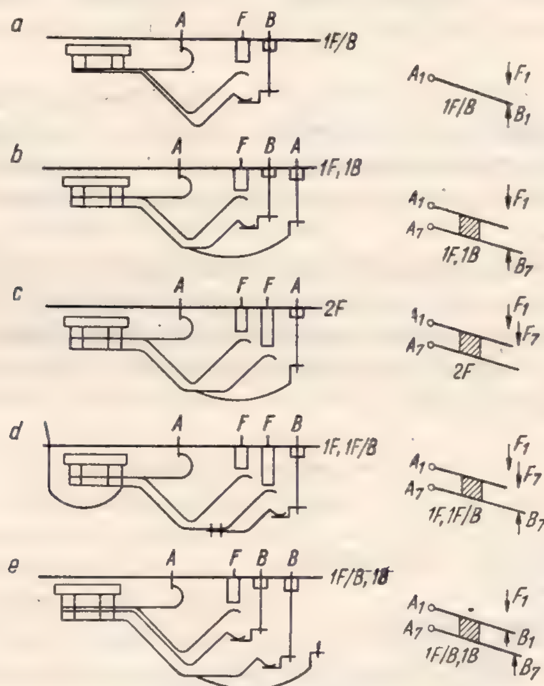
Ruchome styki są połączone z zaciskiem *A* przekaźnika za pomocą giętkiej linki miedzianej. Nieruchome styki górne są bezpośrednio połączone z zaciskami *F*, a dolne — z zaciskami *B*.

Jeśli kotwica jest przyciągnięta, to uzyskuje się połączenie zacisków *A—F*, a jeśli zwolniona — to połączenie *A—B*. Dwie ruchome sprężyny stykowe (górna i dolna) mogą być połączone mechanicznie i elektrycznie; tworzą one wówczas zespół sprężyn zależnych działający jako przełącznik; oznaczono go symbolem *F/B*. Przy przejściu przekaźnika w stan czynny zespół drugi ruchomych

sprężyn stykowych rozwiera się z dolnym stykiem, a zwiera się z górnym nieruchomym.

Gdy ruchome sprężyny stykowe są odizolowane od siebie, wówczas tworzą one zespół sprężyn niezależnych działający jako w y ł ą c z n i k - w ł ą c z n i k; są one oznaczone również symbolem *F*, *B*.

Każdy przekaźnik ma pewną liczbę zespołów stykowych, składających się ze sprężyn ruchomych i nieruchomych. Sprężyny ruchome i nieruchome (styki) mają na swych końcach osadzone styczki, którymi się wzajemnie stykają, tworząc zestyk. Sprężyny nieruchome, przy łączeniu się w górnym położeniu ze sprężynami ruchomymi (przy wzbudzonym przekaźniku) są oznaczone literami *F*,



Rys. I-2. Rodzaje zestyków w układzie zależnym i niezależnym

a — zestyk przełączny *1F/B* (zależny), *b* — zestyk przełączny *1F, 1B* (niezależny), *c* — zestyk przełączny *2F* (niezależny), *d* — zestyk przełączny i specjalny *1F, 1F/B* (2 zestyki czynne i 1 bierny), *e* — zestyk przełączny i specjalny *1F/B 1B*, (1 zestyk czynny i 2 bierne)

natomiast sprężyny nieruchome łączące się ze sprężynami ruchomymi w dolnym położeniu (przy przekaźniku znajdującym się w stanie biernym) oznaczone są literami *B*. Sprężyny ruchome są oznaczone zazwyczaj literami *A*.

Sprężyny ruchome mogą stanowić zestaw sprężyn w układzie zależnym *F/B* lub niezależnym *F*, *B* (rys. I-2).

b. Działanie przekaźników prądu stałego

Działanie przekaźnika przedstawionego schematycznie na rysunku I-1 polega na przyciąganiu kotwicy przez elektromagnes podczas przepływu prądu elektrycznego przez uzwojenie cewki przekaźnika. Przepływający prąd powoduje

powstanie strumienia magnetycznego w rdzeniu elektromagnesu przekaźnika i przyciągnięcie kotwicy, która opadnie, gdy prąd przestanie płynąć.

Między kotwicą a rdzeniem elektromagnesu istnieje siła skuteczna, powodująca przyciąganie kotwicy; jest ona wypadkową siły magnetycznej i siły oddziaływania wszystkich sprężyn stykowych oraz ciężaru kotwicy.

Siła magnetyczna przekaźnika jest wywołana strumieniem magnetycznym; wartość tej siły jest zależna w prostym stosunku od wielkości strumienia magnetycznego. Strumieniem magnetycznym nazywamy ogół wyobrażalnych linii sił magnetycznych przebiegających przez powierzchnię przekroju obwodu magnetycznego przekaźnika. Obwód magnetyczny utworzony jest z dobrego przewodnika magnetycznego, tj. stali miękkiej. Charakterystycznymi wielkościami pola magnetycznego są: natężenie pola magnetycznego H i indukcja magnetyczna B.

Natężeniem pola magnetycznego nazywamy liczbę linii sił przechodzących przez powierzchnię 1 cm², ustawioną prostopadle do kierunku linii tych sił. Liczbę linii sił przechodzących przez powierzchnię 1 cm² ustawioną prostopadle do kierunku linii sił wewnątrz żelaza nazywamy indukcją magnetyczną.

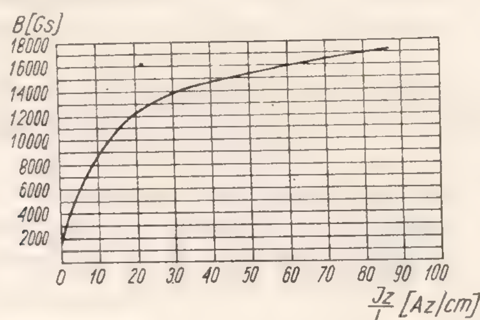
Obraz zmian indukcji magnetycznej B w zależności od natężenia pola magnetycznego H nazywamy krzywą magnesowania.

Na rysunku I-3 jest pokazana krzywa magnesowania dla pewnego gatunku miękkiej stali. Krzywa ta obrazuje zależność indukcji B od liczby amperozwojów na 1 cm drogi strumienia

$$\frac{J \cdot z}{l} \text{ wyrażona w Az/cm,}$$

gdzie:

J — natężenie prądu w amperach,
z — liczba zwojów,
l — droga strumienia w cm.



Rys. I-3. Krzywa magnesowania dla miękkiej stali $f(b) = \frac{J \cdot z}{b}$

Na podstawie tej krzywej określa się natężenie pola magnetycznego H i przenikalność magnetyczną μ. Z krzywej tej wynika ponadto, że zwiększanie liczby amperozwojów powoduje prawie proporcjonalny wzrost indukcji magnetycznej

tylko do pewnej granicy. Dalsze zwiększenie liczby amperozwojów ponad tę granicę nie powoduje już widocznego wzrostu indukcji magnetycznej; zjawisko to nosi nazwę n a s y c e n i a s t a l i.

Na rysunku I-3 zjawisko nasycenia stali jest pokazane poza zagięciem krzywej. Na odcinku tym krzywa wznosi się tylko nieznacznie, nie odbiegając prawie od linii poziomej.

Jeżeli nie namagnesowane żelazo umieścimy w polu magnetycznym, to przez zwiększenie natężenia pola magnetycznego od zera do pewnej wartości uzyskamy stopniowy wzrost indukcji magnetycznej. Zależność między indukcją magnetyczną i natężeniem pola nazywamy przenikalnością magnetyczną μ:

$$\mu = \frac{B}{H}, \text{ a więc } H = \frac{B}{\mu} \text{ lub } B = \mu H$$

Przenikalność magnetyczna μ nie jest wielkością stałą, zatem zmiana indukcji magnetycznej nie jest proporcjonalna do zmian natężenia pola magnetycznego.

Gdy w polu magnetycznym umieści się kawałek miękkiego żelaza, wówczas zostanie ono namagnesowane. Jednak po usunięciu pola magnetycznego żelazo straci większość własności magnetycznych.

Jeżeli natomiast wewnątrz cewki, przez którą płynie prąd, umieści się rdzeń stalowy, to przy małym natężeniu pola magnetycznego w rdzeniu ujawni się duża wartość indukcji magnetycznej. Po usunięciu pola magnetycznego rdzeń stalowy nie utraci zbyt wiele własności magnetycznych.

Pozostałość indukcji magnetycznej w żelazie nazywa się m a g n e t y z m e m s z c z ą t k o w y m.

Rdzenie stalowe cechuje znaczny magnetyzm szczątkowy, natomiast miękka stal, np. blacha transformatorowa zawierająca krzem (4—5% Si), odznacza się znikomym magnetyzmem szczątkowym. Jeszcze lepsze są stopy magnetyczne, jak permaloj (78,5% niklu, 21,5% żelaza) lub supermaloj (79% niklu, 15% żelaza, 5% molibdenu i 1% manganu).

Aby usunąć magnetyzm szczątkowy, należy elektromagnes przemagnesować, wytwarzając pole magnetyczne o kierunku przeciwnym do tego, jakie było poprzednio. Wartość natężenia pola potrzebna do obniżenia indukcji magnetycznej w żelazie do zera nazywa się natężeniem powściągającym (koercją).

Podczas usuwania magnetyzmu szczątkowego zmiany wartości indukcji nie nadążają za zmianami liczby amperozwojów wywołujących tę indukcję; zjawisko to nazywa się h i s t e r e z ą.

Na pokrycie strat wywołanych zjawiskiem histerezy zostaje zużyta część energii elektrycznej, wskutek czego w obliczeniach przewiduje się pewną liczbę dodatkowych amperozwojów na pokrycie tych strat. Z tego względu konieczne jest stosowanie rdzeni ze stali o dużej przenikalności magnetycznej i o małej sile koercji; jeszcze lepsze są rdzenie z takich stopów, jak permaloj i supermaloj, co jednakże zwiększa koszty wykonania.

Wszystkie ciała ferromagnetyczne w większym lub mniejszym stopniu podlegają zjawisku histerezy.

Uzwojenie cewki przekaźnika jest wykonywane zwykle z drutu miedzianego emaliowanego o średnicy od 0,05 do 1,0 mm, rzadziej z drutu miedzianego o oprzędzie bawełnianym lub jedwabnym.

Cewkę pokrywa się przezroczystą ceratką, pod którą umieszcza się kartkę z wydrukowanym numerem fabrycznym cewki i danymi dotyczącymi oporności uzwojenia.

Sprężyny stykowe wykonywane są zazwyczaj z blachy nowosrebrnej, tj. stopu niklu z miedzią, lub z blachy fosforobrązowej albo alufosforowej. Sprężyny stykowe nie powinny ulegać odkształceniom pod wpływem zmian temperatury otoczenia lub nagrzewania się cewek wskutek przepływającego w nich prądu; z tego powodu podlegają one specjalnej obróbce cieplnej.

Sprężyny stykowe przekaźników powinny być tak wyregulowane, aby w zależności od typu przekaźnika — styczki wywierały na siebie podczas pracy nacisk od 15 do 35 gramów. Oporność przejścia pary styczek wynosi — zależnie od rodzaju materiału styczek, stanu stykających się powierzchni i od wielkości nacisku — od 0,001 do 0,03 Ω. Gdy dopuścimy do osadzania się warstwy kurzu lub tlenków na styczkach, wtedy oporność wzrasta nagle do kilkuset omów.

Styczki służące do przerywania obwodów elektrycznych o niskiej oporności i dużej indukcyjności, np. w przekaźnikach teletechnicznych, nie mogą być wykonywane z tanich stopów, ulegających szkodliwym wpływom powstających iskier; wykonuje się je z platyny, irydu itp. Styki pracujące w bardzo złych warunkach w obwodach wysokich napięć mają styczki wykonane ze spieków o różnorodnym składzie, których głównym składnikiem jest wolfram lub molibden. Styczki takie stosowane są w przekaźnikach do urządzeń telefonicznych lub telegraficznych.

W przekaźnikach stosowanych w urządzeniach zrk są używane styczki srebrne i węglowe. Styczki węglowe są często wykonane ze sprasowanej mieszaniny sproszkowanego węgla i srebra lub węgla i miedzi.

Przy użyciu srebrnych styczek uzyskuje się mniejszą oporność przejścia, a przy stosowaniu styczek węglowych — możliwość przepuszczania przez nie prądu o większym natężeniu. Styczki węglowe mają tę szczególną zaletę, że nie ulegają w czasie pracy stopniowemu zespawaniu, w przeciwieństwie do styczek srebrnych.

Pod względem kształtu (rys. I—4) rozróżniamy styczki *płaskie*, *półkuliste*, *stożkowe* i *napawane szlachetnymi metalami*. Płaskie styczki są niedogodne z uwagi na trudności przebicia warstwy kurzu lub tlenku przy stykaniu się znacznych powierzchni. Najczęściej są stosowane styczki w kształcie półkulistym i stożkowym. Ze względów oszczędnościowych, tam gdzie zachodzi potrzeba, są stosowane także styczki napawane szlachetnymi metalami.

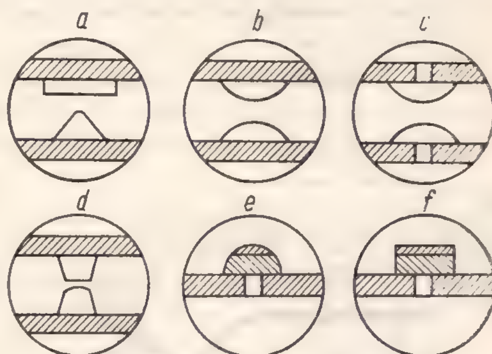
Styczki półkuliste mają następujące zalety:

— małe natężenie pola elektrycznego ze względu na brak ostrzy, co znacznie zmniejsza „wędrówkę" metali;

— łatwa obróbka;
— używanie dla obu styków takich samych półkulistych styczek i takich samych narzędzi do ich osadzania.

Wadą wtyczek półkulistych jest trudność regulacji ze względu na konieczność osiowego ich ustawienia.

Dostateczny nacisk styczek uzyskuje się przez dokładne nastawienie sprężyn stykowych i regulację przekaźnika. Przez nastawienie sprężyn stykowych należy rozumieć takie ustawienie sprężyn, aby zwieranie lub rozwieranie styków następowało przy określonej szerokości szczeliny między kotwicą a rdzeniem.



Rys. I-4. Kształty styczek przekaźnikowych
a — styczka płaska (kowadełko),
b — styczka półkulista,
c — styczka półkulista wnitowana,
d — styczka stożkowa,
e, *f* — styczki napawane szlachetnymi metalami

Regulacja przekaźnika polega na ustaleniu nacisku sprężyn w granicach umożliwiających pracę przekaźnika przy określonym prądzie w uzwojeniu.

Układ i liczba sprężyn stykowych w przekaźnikach zależą od rodzaju obwodów elektrycznych, do których przekaźnik jest przewidywany.

Nacisk styków jest zależny od grubości sprężyn i od ich strzałki ugięcia. Grubość sprężyn ustala się dla różnych typów przekaźników odpowiednio do ich przeznaczenia.

Cewka elektromagnesu powinna mieć taką liczbę amperozwojów, aby wzbudzony strumień magnetyczny mógł przyciągnąć kotwicę, pokonując siły oddziaływania sprężyn stykowych i ciężar kotwicy po uregulowaniu sprężyn.

Siła przyciągania elektromagnesu F musi pokonać ciężar kotwicy Q i nacisk sprężyn stykowych (siłę oddziaływania) na górne zwierne (czynne) styki nieruchome (rys. I—5), zatem:

$$F = Q + n \cdot p \cdot \frac{a}{b},$$

gdzie:

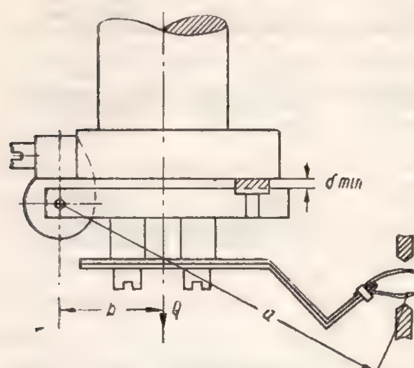
n — liczba sprężyn stykowych,
p — nacisk każdej sprężyny,
a — ramię działania siły nacisku sprężyny,
b — ramię działania siły przyciągania kotwicy w osi rdzenia.

Siła przyciągania elektromagnesu F występuje pod wpływem oddziaływania strumienia magnetycznego, wywołanego w obwodzie magnetycznym przekaź-

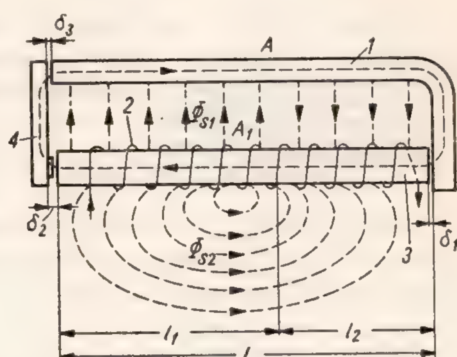
nika w czasie przepływu prądu przez uzwojenie elektromagnesu. Drogę dla strumienia magnetycznego stanowi obwód magnetyczny utworzony z żelaza, tj. metalu o dużej przenikalności magnetycznej.

Pod wpływem prądu płynącego przez zwoje cewki w obwodzie magnetycznym powstaje strumień magnetyczny, który przepływa przez jarzmo, rdzeń, kotwicę i szczeliny powietrzne przekaźnika.

Jednakże niecały wytworzony strumień magnetyczny przebiega przez wymieniony obwód magnetyczny. Część linii tego strumienia występuje na zewnątrz i przebiega w powietrzu. Tę część strumienia, która omija główną drogę obwodu magnetycznego, nazywamy **strumieniem rozproszenia**, pozostałą zaś część — **strumieniem roboczym**.



Rys. I-5. Dane do obliczania siły przyciągania kotwicy przekaźnika



Rys. I-6. Rozpływ strumienia rozproszenia
1 — jarzmo, 2 — uzwojenie, 3 — rdzeń, 4 — kotwica

Całkowity strumień składa się więc ze strumienia rozproszenia i strumienia roboczego przyciągającego kotwicę.

W obwodzie magnetycznym przekaźnika (rys. I—6) rozróżnia się następujące szczeliny obwodu magnetycznego:

— tylną, spowodowaną niedokładnym przyleganiem rdzenia do jarzma δ_1;
— główną, występującą między powierzchnią kotwicy a powierzchnią rdzenia w czasie, gdy kotwica jest przyciągnięta δ_2;
— przegubową, występującą w przekaźnikach typu teletechnicznego między kotwicą a czołem jarzma (szerokości od 0 do 0,05 mm) — δ_3.

W celu uniknięcia „przylepiania się" kotwicy przy otwartym obwodzie prądowym przewidziana jest końcowa szczelina powietrzna między kotwicą a nasadkami biegunowymi. Szerokość szczeliny po przyciągnięciu kotwicy wynosi co najmniej 0,4 mm.

Łączna wielkość szczeliny końcowej i głównej wynosi od 0,5 do 2 mm, przy czym może ona być zmieniana w szerokich granicach. Szczelina główna ma bardzo ważne znaczenie, gdyż przeciwdziała wpływom magnetyzmu szczątkowego na ruch kotwicy przy jej zwalnianiu.

Zwiększenie szczeliny powoduje zmniejszenie wielkości strumienia magnetycznego przy stałej liczbie amperozwojów. Od wielkości zaś tego strumienia

zależy w prostym stosunku siła przyciągania kotwicy do rdzenia. Stąd wniosek, że wielkość szczelin wpływa bezpośrednio na czułość przekaźnika; ma ona też znaczny wpływ na szybkość przyciągania lub zwalniania kotwicy.

Zwiększenie grubości sprężyn wymaga zwiększenia siły potrzebnej do przyciągania kotwicy przekaźnika, a tym samym — większego strumienia. Strumień można zwiększyć przez podwyższenie liczby amperozwojów lub przez zmniejszenie szczeliny między kotwicą a rdzeniem.

Rozróżniamy 2 strumienie rozproszenia: jeden z nich Φ_{s1} występuje między rdzeniem a jarzmem, drugi Φ_{s2} — na zewnątrz rdzenia. Strumień magnetyczny wytworzony w rdzeniu płynie poprzez kotwicę do jarzma. Jeżeli założymy, że wartość strumienia roboczego jest stała wzdłuż całej jego drogi, to lewa część rdzenia będzie miała większe napięcie magnetyczne niż lewa część jarzma i wystąpi w niej przepływ stumienia rozproszenia Φ_{s1} od rdzenia do jarzma. Natomiast w prawej części jarzma będzie większe napięcie magnetyczne niż w rdzeniu, w niej też powstanie przepływ strumienia magnetycznego od jarzma do rdzenia.

Ponieważ w obu końcach jarzma i rdzenia strumień rozproszenia ma różne kierunki, a wielkości maleją ku środkowi, należy przyjąć, że w pewnym punkcie między rdzeniem a jarzmem wartość strumienia magnetycznego wyniesie 0. Jeżeli wartość ta wypadnie np. na osi $A-A_1$, to na odcinku l_1 strumień rozproszenia popłynie od rdzenia do jarzma, a na drodze l_2 — przeciwnie — od jarzma do rdzenia.

Na wielkość l_1 i l_2 mają wpływ wielkości szczelin δ_1, δ_2 i δ_3.

Strumień Φ_{s2} wypływa z rdzenia na zewnątrz w lewym końcu o wyższym napięciu magnetycznym, a do rdzenia wpływa w jego prawym końcu.

Jeżeli jednak połączenie rdzenia z jarzmem jest tak wykonane, że szczelina tylna $\delta_1 = 0$, to spadek napięcia magnetycznego w tej części rdzenia jest równy 0 i strumień magnetyczny Φ_{s1} przepływa na całej długości, od rdzenia do jarzma; zatem $l_2 = 0$, a l_1 jest równe całej długości l. A więc upływ strumienia magnetycznego Φ_{s1} w tym punkcie jest równy 0 i wzrasta w miarę zbliżania się do kotwicy.

Zależność siły przyciągania F od długości szczeliny powietrznej δ dla danej wartości prądu pokazano na rysunku I—7. Z podanego wykresu wynika, że zmniejszenie δ powoduje dość znaczne powiększenie siły F, przy czym wartość tej siły jest proporcjonalna do wielkości natężenia prądu płynącego przez uzwojenie elektromagnesu przekaźnika.

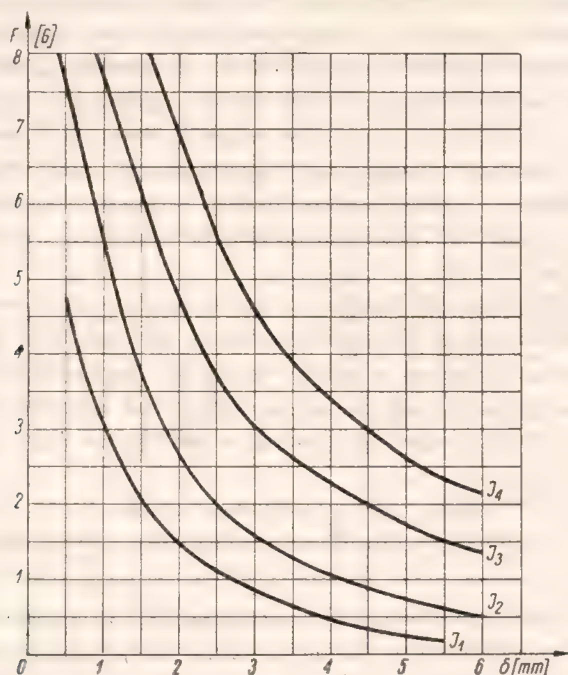
Przekaźniki stosowane w urządzeniach zrk pracują w różnych układach. Zależnie od tego, w jakim charakterze i w jakim układzie przekaźnik jest używany, rozróżniamy włączanie szeregowe przekaźnika, podobnie jak włącza się amperomierz, i włączanie równoległe, tj. odpowiadające włączaniu woltomierza.

Przekaźnik włączany szeregowo w obwód z innym odbiornikiem prądu kontroluje zwykle przepływ prądu w obwodzie tego odbiornika.

Aby przekaźnik ten pobierał jak najmniej energii elektrycznej, uzwojenie

jego powinno mieć jak najmniejszą oporność, która wynosi kilka do kilkunastu omów. Na rysunku I-8a jest pokazany schemat pracy przekaźnika *i* w układzie szeregowym, kontrolującego przepływ prądu zasilającego żarówkę czerwonego światła *C*.

Przekaźnik włączany w obwód równolegle pracuje na pełne napięcie znamionowe. Dla zapewnienia pobierania prądu o jak najmniejszym natężeniu uzwojenie cewek tego przekaźnika powinno mieć oporność znacznie większą niż



Rys. I-7. Zależność siły przyciągania F od wielkości szczeliny δ

oporność kontrolowanego odbiornika. W układach elektrycznych przekaźnik ten jest włączany równolegle z innymi odbiornikami (*u* na rys. I-8b) i kontroluje wielkość napięcia zasilającego dany obwód.

W urządzeniach zrk są stosowane przekaźniki zaciskowe lub przekaźniki wtykowe (szybkowymienne).

P r z e k a ź n i k   z a c i s k o w y ma płytę izolacyjną, najczęściej bakelitową, na której znajdują się zaciski z nakrętkami. Zaciski te są połączone z końcówkami uzwojenia cewek oraz z ruchomymi i stałymi stykami przekaźnika. Włączenia przekaźnika zaciskowego do obwodu elektrycznego dokonuje się przez przyłączenie przewodów do zacisków i dokręcenie ich za pomocą nakrętek.

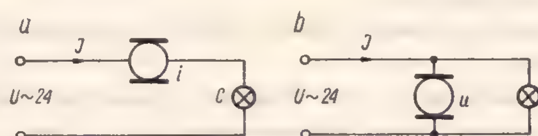
Podczas wymiany przekaźnika należy odłączyć od jego zacisków wszystkie przewody doprowadzające i, zgodnie z ustalonym schematem, przyłączyć je ponownie do nowego przekaźnika. Czynność ta wymaga znacznego czasu, przy

czym musi być wykonana bardzo starannie i dokładnie. Nieodpowiednie przyłączenie może stać się powodem niedziałania lub niewłaściwego działania urządzenia.

Dla ułatwienia manipulacji podczas wymiany przekaźników i uniknięcia pomyłek przy dołączaniu przewodów, w bardziej nowoczesnych urządzeniach zrk stosuje się na PKP przekaźniki wtykowe.

P r z e k a ź n i k w t y k o w y zamiast zacisków ma na płycie podstawowej (izolacyjnej) odpowiednie gniazda wtykowe, do których są przyłączone jego sprężyny stykowe (styki) nieruchome i ruchome oraz końcówki uzwojenia jego cewek.

Wymieniając przekaźnik wtykowy należy go tylko dokładnie nasadzić na odpowiednią płytkę wtykową, znajdującą się na stojaku. W płycie tej znajdują się wtyki nożowe lub trzony sprężynowe, odpowiednio dopasowane do gniazd



Rys. I-8. Zasada włączania w obwód przekaźnika
a — szeregowo, *b* — równolegle

wtykowych płyty izolacyjnej przekaźnika. Przewody doprowadzone są do zacisków płyty zaciskowej na stojaku i dołączone do odpowiednich wtyczek nożowych lub trzonów sprężynowych. Wymiana przekaźnika trwa bardzo krótko, gdyż nie wymaga przełączania przewodów doprowadzających.

Płyty zaciskowe na stojaku są wyposażone w specjalne sworznie prowadnicze, które zapewniają odpowiednie założenie przekaźnika.

Aby nie dopuścić do osadzenia niewłaściwego przekaźnika na płycie wtykowej, ma ona małą płytkę identyfikacyjną (rozpoznawczą), tzw. rejestr z 4 kółkami. Rozstawienie kołków jest różne, zależnie od typu przekaźnika i jego przeznaczenia.

P r z e k a ź n i k z k o ń c ó w k a m i l u t o w n i c z y m i jest zazwyczaj przekaźnikiem typu teletechnicznego, mającym jarzmo jako płytę podstawową.

Sprężyny ruchome oraz końce uzwojenia cewek są zakończone końcówkami lutowniczymi.

Do końcówek tych przylutowane zostają przewody, stanowiące obwody, w których przekaźnik ma pracować lub w których znajdują się styki danego przekaźnika.

Przy wymianie przekaźnika z końcówkami lutowniczymi należy końcówki te uwolnić od połączonych z nimi przewodów przez podgrzanie lutownicą i po wymianie przekaźnika ponownie, bezbłędnie lutować.

Czynność ta wymaga dużego czasu, a przy tym musi być wykonana dokładnie i z całą rozwagą, aby nie dopuścić do niedziałania lub niewłaściwego działania urządzeń, w obwodzie których przekaźnik ten jest wmontowany.

W celu otrzymania czułego przekaźnika, tzn. działającego przy małym prądzie płynącym w uzwojeniu cewki, projektuje się obwód magnetyczny tak, aby jego oporność magnetyczna była możliwie jak najmniejsza.

c. Czasy działania przekaźnika i stała czasu uzwojenia

Uzwojenie przekaźnika charakteryzuje się opornością czynną R (rezystancją) i indukcyjnością L (induktancją). Stosunek indukcyjności do oporności nazywa się s t a ł ą c z a s u i wyraża się wzorem:

$$\tau = \frac{L}{R}$$

gdzie:

τ — stała czasu uzwojenia [s],

L — indukcyjność [H],

R — oporność czynna [Ω].

Stała czasu określa szybkość wzrostu prądu w uzwojeniu przekaźnika po włączeniu napięcia.

Im większa jest stała czasu, tym dłużej trwa narastanie prądu w uzwojeniu przekaźnika, a więc tym dłuższy jest czas przyciągania kotwicy przekaźnika.

Oporność czynną uzwojenia cewki przekaźnika można obliczyć z dużym przybliżeniem według wzoru:

$$R = \frac{l_{śr} \cdot Z \cdot \rho}{\frac{\pi d^2}{4}} \; [\Omega]$$

gdzie:

$l_{śr}$ — długość średniego zwoju [m],

Z — liczba zwojów w cewce,

ρ — oporność właściwa drutu $\left[\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}\right]$

d — średnica drutu nawojowego [mm],

indukcyjność zaś ze wzoru:

$$L = \frac{1{,}25 \cdot Z^2}{R_m} \cdot 10^{-8} \; [H]$$

gdzie:

R_m — oporność magnetyczna (reluktancja) $[H^{-1}]$

przy czym $R_m = \frac{l}{\mu S}$.

Mając R i L przekaźnika można obliczyć jego stałą czasu.

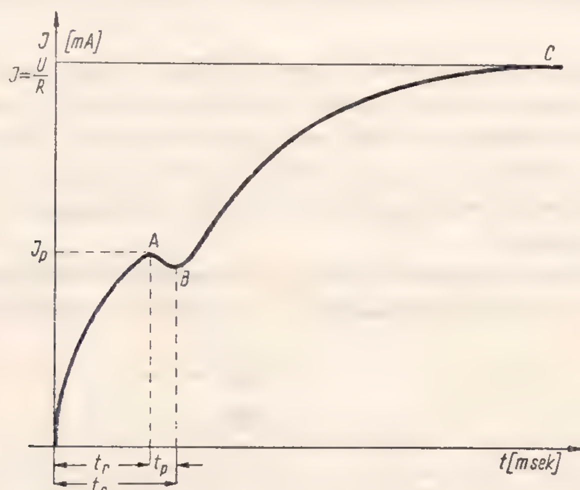
Dla zapewnienia ciągłości działania wszystkie normalnie projektowane przekaźniki powinny mieć prąd przyciągania J_{pc} mniejszy od 0,63 J nominalnego.

Czas przyciągania kotwicy przekaźnika t_c składa się z czasu rozruchu t_r, trwającego od momentu włączenia zasilania do momentu rozpoczęcia ruchu kotwicy, i czasu przelotu kotwicy t_p, trwającego do chwili zakończenia ruchu kotwicy, czyli

$$t_c = t_r + t_p$$

Na rysunku I-9 pokazano krzywą wzrostu prądu w uzwojeniu przekaźnika po włączeniu zasilania.

Po włączeniu napięcia wartość prądu wzbudzenia wzrasta w zależności od stałej czasu i w punkcie A osiąga wartość prądu przyciągania J_p. Wskutek przyciągnięcia kotwicy i zmniejszenia szczeliny powietrznej maleje oporność magnetyczna. Wobec tego strumień magnetyczny szybko wzrasta, powodując powstanie siły elektromotorycznej samoindukcji, która przeciwstawia się temu wzrostowi prądu wzbudzenia. Powoduje to nagłe zmniejszenie się wartości tego prądu



Rys. I-9. Krzywa wzrostu prądu w uzwojeniu przekaźnika po włączeniu napięcia

do wartości w punkcie B na wykresie. Następnie natężenie prądu wzrasta według krzywej BC, ze względu na ustalenie się obwodu magnetycznego wskutek dojścia kotwicy do rdzenia. Prąd ten wzrasta znowu do wartości prądu ustalonego.

Aby można było uzyskać przekaźnik o krótkim czasie działania, prąd przyciągania powinien być dostatecznie mały, a więc pkt A wykresu powinien leżeć jak najbliżej osi t. Przekaźnik taki powinien mieć kotwicę o małym skoku, tj. o małej stosunkowo szczelinie powietrznej i o małym obciążeniu, a więc o małej liczbie układów sprężyn i małym docisku styczek.

Wiemy już, że im większa jest wartość stałej czasu, tym dłuższy będzie czas potrzebny do osiągnięcia wartości prądu równej prądowi przyciągania, a tym samym dłuższy czas przyciągania kotwicy przekaźnika. Gdy więc zastosujemy zwarcie obwodu strumienia magnetycznego, wówczas będzie miało miejsce opóźnienie wzrostu strumienia magnetycznego. Opóźnienie to w stosunku do narastania prądu przyciągania jest tym większe, im oporność magnetyczna obwodu zwartego będzie mniejsza.

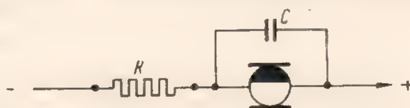
W celu uzyskania opóźnionego działania przekaźnika stosujemy obwody magnetyczne zwarte za pomocą tulei lub pierścieni brązowych. Oprócz tego mogą istnieć obwody magnetyczne zwarte przez metalowe elementy konstrukcyjne przekaźnika, wywołując pewne opóźnienie w narastaniu strumienia magnetycznego, co pociąga za sobą opóźnienie przyciągania kotwicy przekaźnika.

Pierścienie opóźniające należy umieszczać na rdzeniu przekaźnika od strony szczeliny.

W przekaźnikach z opóźnionym przyciąganiem kotwicy przedłużenie czasu przyciągania można uzyskać przez zwiększenie stałej czasu, zmniejszenie współczynnika bezpieczeństwa pracy przekaźnika, tj. stosunku prądu ustalonego do prądu przyciągania $\frac{J_u}{J_p}$, zwiększenie bezwzględnej wartości prądu przyciągania J_p, zwiększenie obciążenia kotwicy oraz zwiększenie jej skoku. Zwiększenie obciążenia kotwicy może być powodowane wymiarami użytych sprężyn stykowych.

Opóźnienie przyciągania kotwicy przekaźnika na prąd stały można również uzyskać przez włączenie kondensatora i opornika, jak to pokazano na rysunku I-10. W tym przypadku po włączeniu prądu następuje najpierw ładowanie kondensatora, wskutek czego prąd w uzwojeniu przekaźnika zwiększa się z opóźnieniem, którego czas można regulować wielkością pojemności kondensatora C i oporności opornika R.

W razie wyłączenia napięcia zasilającego przekaźnik zanika prąd w uzwojeniu elektromagnesu i z pewnym opóźnieniem zanika również strumień magnetyczny.



Rys. I-10. Układ przekaźnika z opóźnionym przyciąganiem kotwicy

Zanik prądu wywołuje siłę elektromotoryczną samoindukcji i krótkotrwały przeskok iskry między zestykami czynnymi, przerywającymi obwód przekaźnika.

Opóźnienie zaniku strumienia magnetycznego jest spowodowane prądami wirowymi, występującymi w żelazie przekaźnika pod wpływem siły elektromotorycznej samoindukcji, która powstaje w momencie przerwy prądu i powoduje wytworzenie strumienia magnetycznego o kierunku zgodnym ze strumieniem dotychczasowym. Zjawisko to powoduje przytrzymanie kotwicy w stanie przyciągniętym przez określony czas. Kotwica zatem nie zostaje zwolniona natychmiast po wyłączeniu napięcia.

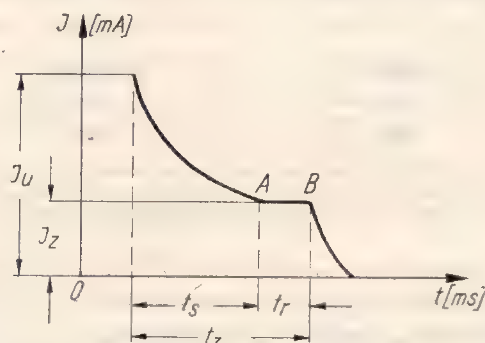
Gdy pod wpływem grawitacji lub działania sprężyn kotwica zacznie opadać, wówczas powstanie wskutek indukcji napięcie, pod wpływem którego część energii będzie oddana polu magnetycznemu. To spowoduje, że w omawianym okresie natężenie prądu pozostaje prawie niezmienne albo nieco wzrasta czasem. Po zakończeniu ruchu kotwicy prąd szybko i całkowicie zanika.

Czas całkowity zwolnienia kotwicy będzie składał się z czasu t_s zaniku prądu do wartości prądu zwalniania i zarazem zmniejszenia strumienia magnetycznego do wartości, przy której rdzeń nie może utrzymać kotwicy, oraz czasu t_r ruchu kotwicy z położenia górnego w dolne.

Krzywa zmian prądu podczas zwalniania kotwicy przekaźnika, gdy uzwojenie zostało zwarte, jest pokazana na rysunku I-11. Z wykresu wynika, że prąd

malejąc osiąga w punkcie A wartość J_z, przy której kotwica zostaje zwolniona. Do punktu B wartość prądu podtrzymuje się prawie na tym samym poziomie wskutek zaniku wpływu nasycenia żelaza. Po osiągnięciu punktu B kotwica zajmuje dolne położenie i dalszy spadek prądu odbywa się dosyć stromo. Czas zwolnienia kotwicy przekaźnika jest zależny od ustalonej wartości strumienia magnetycznego oraz szybkości zanikania tego strumienia.

Powiększenie ustalonego strumienia magnetycznego można również osiągnąć przez zmniejszenie wysokości przekładki antymagnetycznej.



Rys. I-11. Krzywa zmian prądu podczas zwalniania kotwicy przekaźnika

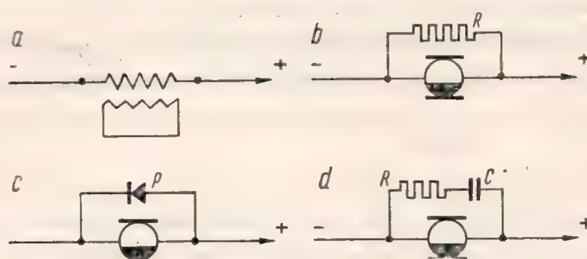
P r z e d ł u ż e n i e   c z a s u   z w a l n i a n i a   k o t w i c y przekaźnika osiągane jest również przez odpowiednie zwiększenie współczynnika bezpieczeństwa przyciągania i zwiększenie przewodności obwodów zwartych. Powoduje to zarazem zwiększenie strat mocy w uzwojeniu przekaźnika. Dla uzyskania przedłużenia czasu zwalniania przekaźnika należy odpowiednie pierścienie opóźniające umieszczać na rdzeniu po stronie przeciwnej do szczeliny powietrznej. Obwody opóźniające zwalnianie przekaźnika powodują również nieznaczne opóźnienie przyciągania kotwicy.

S k r ó c e n i e   c z a s u   z w a l n i a n i a   k o t w i c y przekaźnika można uzyskać przez zmniejszenie współczynnika bezpieczeństwa przyciągania, zmniejszenie przewodności obwodów, w których indukowane są prądy wirowe, oraz zwiększenie przekładki antymagnetycznej.

Opóźnione zwalnianie kotwicy przekaźnika można również osiągnąć przez:
— zastosowanie tulei miedzianej nasadzonej na rdzeń z uzwojeniem cewki lub drugiego uzwojenia nawiniętego na rdzeń i zwartego (rys. I-12a),
— zbocznikowanie uzwojenia przekaźnika opornikiem R (rys. I-12b),
— zbocznikowanie uzwojenia przekaźnika prostownikiem P (rys. I-12c),
— zbocznikowanie uzwojenia przekaźnika kondensatorem C w szeregowym układzie z opornikiem R (rys. I-12d).

Rdzenie przekaźników o przyspieszonym działaniu mają znaczną oporność dla prądów wirowych. Niekiedy rdzenie wykonuje się z prętów ze stali niklowej, która ma większą przenikalność magnetyczną μ i większą oporność dla prądów wirowych, lub ze stopów, np. z permaloju.

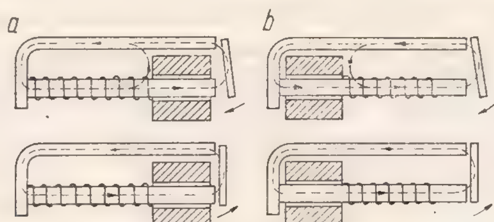
Dla uzyskania opóźnionego działania przekaźnika nakłada się na jego rdzeń miedziane pierścienie lub tuleje, w których zmiany strumienia magnetycznego indukują prąd. Prąd ten wywołuje dodatkowy strumień magnetyczny, przeciwdziałający strumieniowi głównemu, co jest przyczyną opóźnionego działania przekaźnika.



Rys. I-12. Opóźnione zwalnianie kotwicy przekaźnika

a — układ z dodatkowym uzwojeniem zwartym, *b* — układ z bocznikiem *R*, *c* — układ z bocznikiem *P* (prostowniczym), *d* — układ z bocznikiem złożonym z oporności i pojemności

Jeśli następuje wzbudzenie przekaźnika z tuleją osadzoną przy kotwicy (rys. I-13a), to prądy indukowane w tulei wytwarzają strumień o kierunku zgodnym z kierunkiem strumienia głównego i powodujący ominięcie kotwicy przez strumień rozproszenia, wskutek czego przedłuża się czas przyciągania kotwicy. Po przerwaniu obwodu prądy wirowe wywołane w tulei przeciwdziałają zanikowi strumienia i kotwica jest zwalniana z pewną nieznaczną zwłoką.



Rys. I-13. Układ elementów przekaźnika o opóźnionym działaniu

a — dla opóźnionego przyciągania kotwicy, *b* — dla opóźnionego zwalniania kotwicy

Przekaźniki z uzwojeniem przy kotwicy stosuje się szczególnie wówczas, gdy wymagane jest duże opóźnienie podczas przyciągania. Strumień główny wzrasta powoli wskutek działania obwodu zwartego uzwojenia.

Gdy tuleja jest umieszczona przy jarzmie (rys. I-13b), strumień rozproszenia omija tuleję i przechodzi przez kotwicę, która zostaje szybko przyciągnięta.

Jeżeli prąd przerwiemy, to prądy wirowe, które powstały wskutek indukcji w tulei, wytwarzają strumień przeciwdziałający zanikowi strumienia głównego, co powoduje opóźnione zwolnienie kotwicy.

Ponadto znaczny wpływ na opóźnienie podczas przyciągania i zwalniania kotwicy wywiera siła oddziaływania sprężyn i wielkość szczelin, a przy przekaźnikach typu teletechnicznego — także przełożenie przekładni ramion kotwicy.

Przekaźniki o opóźnionym przyciąganiu i szybkim zwalnianiu mają silne sprężyny, duży skok kotwicy, dużą szczelinę końcową i kotwicę o stosunku ramion 2 : 1.

Przekaźniki o szybkim przyciąganiu i opóźnionym zwalnianiu kotwicy mają zwykle słabsze sprężyny, mały skok kotwicy, małą szczelinę końcową (krótką przekładkę antymagnetyczną) oraz kotwicę o stosunku ramion 1 : 1.

Tuleja miedziana stosowana na całej długości rdzenia powoduje, że przekaźnik pracuje podobnie jak przekaźnik z tuleją przy jarzmie. Tuleja ta sprawia bowiem, że w chwili zaniku prądu powstają prądy podtrzymujące istnienie strumienia magnetycznego. Grubość tulei jest zależna od wymaganego czasu opóźnienia; cieńsze tuleje dają mniejsze opóźnienie.

Straty mocy powstające w uzwojeniu przekaźnika oblicza się według wzoru

$$P = J^2R \quad [W]$$

gdzie:

J — prąd w uzwojeniu przekaźnika [A],
R — oporność uzwojenia [Ω].

Należy zwrócić uwagę, że nadmierny prąd przepływający w uzwojeniu przekaźnika powoduje zbytnie rozgrzanie się uzwojenia przekaźnika, a co za tym idzie uszkodzenie izolacji.

Według przyjętych norm dopuszczalna temperatura uzwojenia przekaźnika zależna od rodzaju izolacji nie może przekraczać 60°C ponad temperaturę otoczenia.

3. Rodzaje przekaźników prądu stałego

W przekaźnikowych urządzeniach zrk stosowanych na PKP są używane przekaźniki zaciskowe na prąd stały następujących typów: JRG, JRB, JRC, JRR, JRM i przekaźniki wtykowe JRK oraz przekaźniki mało gabarytowe B 1, KDR, RL 2, K 50 i jego pochodne, RAB, RAC, RAF, RAE i inne jak TR, JRW itp.

W urządzeniach zrk są stosowane przekaźniki mocy od kilkudziesięciu do kilkuset mW.

Zasadniczymi parametrami każdego przekaźnika na prąd stały są:

— napięcie i natężenie prądu przyciągania,
— napięcie i natężenie prądu pracy,
— napięcie i natężenie prądu zwalniania,
— czas przyciągania t_p,
— czas zwalniania t_o,
— czas rozwarcia styków biernych,
— czas zwarcia styków czynnych,
— czas rozwarcia styków czynnych,
— czas zwarcia styków biernych.

Współczynniki niezawodności (bezpieczeństwa) dla napięć i prądów zwalniania oraz przyciągania wynoszą:

$$f = \frac{U_z}{U_p}$$

$$f = \frac{J_z}{J_p}$$

gdzie:

U_p, J_p — napięcie i natężenie prądu przyciągania,
U_z, J_z — napięcie i natężenie prądu zwalniania.

Wielkość współczynnika f wynosi normalnie około 0,5. Im większy jest ten współczynnik, tym pewniejsze jest działanie przekaźnika, zwłaszcza w obwodach torowych, gdzie kotwica powinna być zwalniana przy znacznym prądzie płynącym przez uzwojenie przekaźnika, lecz mniejszym od J_p.

Dla ułatwienia pomiarów parametry przekaźnika mogą być przyjmowane albo w stosunku do napięć, albo do natężenia prądu.

a. Przekaźnik typu JRG i RG

Zastosowanie

Przekaźniki typu JRG są stosowane w kolejowych urządzeniach zrk, zarówno stacyjnych jak i liniowych, tam gdzie jest wymagane niezawodne działanie przekaźnika, stosunkowo małe jego wymiary i niewielkie zużycie energii elektrycznej.

Przekaźniki na napięcie 24 V są używane w obwodach sygnałowych, zwrotnicowych, pomocniczych, w obwodach blokady stacyjnej i liniowej oraz w obwodach szyny izolowanej z przyciskiem szynowym.

Przekaźniki prądu stałego z wbudowanym prostownikiem mają zastosowanie w obwodach świateł sygnałowych do kontroli świateł zielonych, pomarańczowych lub czerwonych.

Konstrukcja

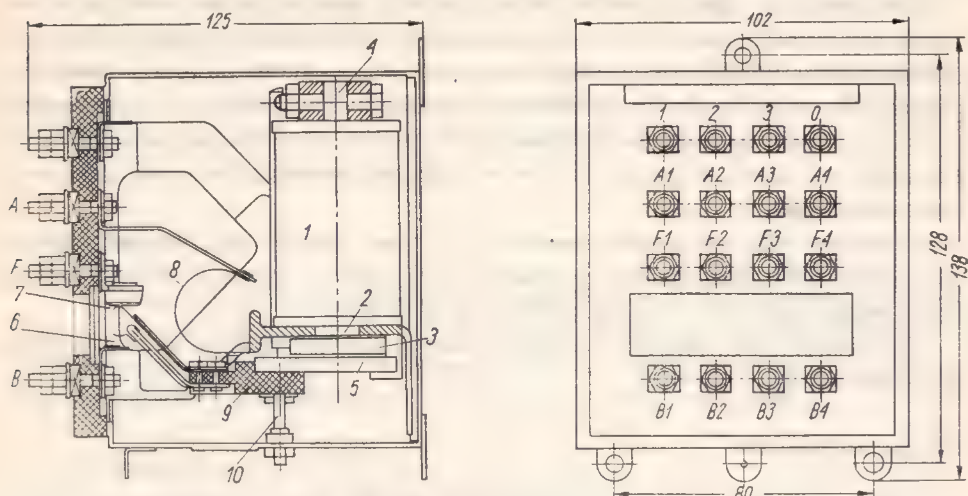
Konstrukcja oraz ogólny widok neutralnego przekaźnika na prąd stały typu JRG są przedstawione na rysunkach I-14 i I-15.

Cały mechanizm przekaźnika jest umieszczony w szczelnej osłonie blaszanej, chroniącej wnętrze przekaźnika przed uszkodzeniami mechanicznymi i przenikaniem pyłu. Czołową ścianę stanowi płyta bakelitowa, w której są umocowane zaciski przekaźnika oraz okienko z szybką. Przez okienko można obserwować działanie zestyków przekaźnika.

Układ elektromagnetyczny przekaźnika składa się z dwóch połączonych szeregowo lub równolegle cewek, osadzonych na rdzeniu z nabiegunnikami. Górne części rdzeni są połączone jarzmem. Pod nabiegunnikami znajduje się kotwica, obracająca się na czopach w specjalnych łożyskach. Skok kotwicy jest ograniczony mechanicznie od góry przekładką antymagnetyczną, a od dołu — opar-

ciem się styków ruchomych *A* (rozwiernych) o styki stałe *B* (nieruchome). Na kotwicy znajdują się kontrolne przekładki antymagnetyczne, które w czasie przyciągniętej kotwicy dotykają powierzchni nasadek biegunowych.

Cewki obwodu magnetycznego są wykonane z emaliowanego drutu miedzianego i osadzone na tulejach bakelitowych lub wykonanych z papieru prasowanego,



Rys. I-14. Konstrukcja przekaźnika typu JRG

1 — cewka, *2* — rdzeń, *3* — nabiegunnik, *4* — jarzmo, *5* — kotwica, *6* — zestyk bierny (rozwierny), *7* — zestyk czynny (zwierny), *8* — linka łącząca, *9* — izolator, *10* — wkręt ustalający

nasyconego olejem izolacyjnym i chroniącego w ten sposób przed wilgocią. Cewki owinięte są taśmą izolacyjną dla ochrony ich przed uszkodzeniami zewnętrznymi i wilgocią.

Do kotwicy jest przymocowana izolacyjna płytka bakelitowa, na której są umocowane 4 ruchome styki zwierne *A*. Za pomocą giętkiej, miedzianej, płaskiej linki sprężyny stykowe są połączone ze śrubami zaciskowymi, przymocowanymi do przedniej izolacyjnej ściany przekaźnika i wyprowadzonymi na zewnątrz do zacisków *A*.



Rys. I-15. Ogólny widok przekaźnika typu JRG

Uzwojenie cewek przekaźnika dołączone jest do zacisków oznaczonych na przedniej ścianie przekaźnika cyframi *1*, *2*, *3* i *0*. W drugim rzędzie znajdują się 4 zaciski *A1*, *A2*, *A3* i *A4*, do których przyłączone są zespoły sprężyn ruchomych. Górne styki nieruchome stanowią mechaniczne i elektryczne połączenie z wyprowadzonymi na zewnątrz płyty bakelitowej zaciskami dołączeniowymi. Zaciski te znajdują się w trzecim rzędzie i oznaczone są literami *F1*, *F2*, *F3* i *F4* (są to styki zwierne). Dolne styki nieruchome połączone są z zaciskami dołączeniowymi, znajdującymi się w

czwartym rzędzie (poniżej okienka) i oznaczonymi literami *B1*, *B2*, *B3* i *B4* (są to styki rozwierne).

Płyta — na której jest umocowany układ magnetyczny, metalowe nieruchome części układu styków oraz wszystkie zewnętrzne zaciski — jest wykonana z bakelitu.

Przekaźnik wysyłany z wytwórni ma kotwicę przytrzymaną w stanie przylegającym do nabiegunników za pomocą wkręta ustalającego; podczas włączania przekaźnika w miejscu pracy wkręt ten usuwa się, a otwór po nim w kadłubie przekaźnika zamyka się innym krótszym wkrętem zamykającym, dołączanym przez wytwórnię do każdego przekaźnika. W nowszych rozwiązaniach używany jest tylko 1 wkręt, który pozostaje w kadłubie przekaźnika i jest częściowo tylko wykręcony.

Izolacja między częściami przewodzącymi prąd, jak również i innymi częściami metalowymi przekaźnika, powinna wytrzymać w ciągu 1 minuty próbę prądu zmiennego 2000 V o częstotliwości $f = 50$ Hz.

Przekaźnik typu JRG jest przystosowany do zawieszania go na stojaku lub na ścianie szafy.

Obwód magnetyczny

Układ elektromagnetyczny przekaźnika składa się z 2 rdzeni połączonych jarzmem i zakończonych nabiegunnikami oraz z ruchomej kotwicy.

Zestyki

Sprężyny stykowe ze styczkami w przekaźniku typu JRG tworzą normalne 4 zespoły zestyków, przy czym styczki nieruchomych styków zwiernych *F* wykonane są ze srebra lub z prasowanej mieszaniny proszku węglowego z domieszką srebra, a styczki nieruchomych styków rozwiernych *B* są wykonane ze srebra. Górne styczki ruchomych styków są także wykonane ze srebra lub z prasowanej mieszaniny proszku węglowego ze srebrem, dolne zaś styczki — ze srebra.

Ponieważ przekaźnik zawiera 4 grupy zestyków zależnych o charakterze przełącznym, oznaczamy ten układ jako 4F/B.

Oporność zestyków przekaźnika jeszcze nie używanego wynosi:

— dla zestyku zwiernego AF — nei więcej niż 0,25 Ω, jeżeli styczki są wykonane z węgla sprasowanego ze srebrem, i nie więcej niż 0,3 Ω dla styczek z węgli grafitowych;
— dla zestyku rozwiernego AB (srebrnego) — nie więcej niż 0,03 Ω przy przepływie prądu stałego 1 A.

Oporność ta po 50 000 włączeń przekaźnika o działaniu opóźnionym lub po 100 000 włączeń dla innych przekaźników nie powinna dla zestyków zwiernych przekroczyć 0,3 Ω ze styczkami węglowymi z domieszką srebra i 0,4 Ω ze styczkami z węgli grafitowych.

Sprężyny stykowe wykonuje się z blachy nowosrebrnej lub brązu fosforowego.

Poślizg styczek sprężyn ruchomych w stosunku do styczek sprężyn nierucho-

mych przy zwarciu w czasie ruchu kotwicy (przyciągnięcia kotwicy) wynosi co najmniej 0,7 mm.

Siła dociskająca styczki zestyku (nacisk zestyku) w stanie przyciągniętym kotwicy powinna wynosić co najmniej 28,5 G oraz 25 G w stanie zwolnionym. Taki bowiem nacisk jest konieczny dla zapewnienia jak najmniejszej oporności zestyku. Kotwica przekaźnika powinna mieć taki ciężar, aby moment zwrotny nie był mniejszy od około 350 Gcm.

Temperatura nagrzewania się pewnych części przekaźnika w stosunku do temperatury otoczenia nie powinna przekraczać*:
— 100°C dla srebrnych styczek zwiernych i rozwiernych,
— 120°C dla giętkich linek łączeniowych.

Czasy działania

Średni czas przyciągania kotwicy przekaźnika typu JRG włączonego w układzie napięciowym wynosi około 300 ms, a czas zwalniania — około 60 ms.

W przekaźnikach typu JRG nie jest możliwe opóźnienie zwalniania kotwicy za pomocą pierścieni miedzianych osadzonych na rdzeniach cewek.

Dane techniczne

Zależnie od konstrukcji, przeznaczenia i charakteru pracy przekaźniki typu JRG włączane do obwodów szeregowo mają oporność uzwojenia cewek od 0,25 do 100 Ω i są przystosowane do prądu stałego o natężeniu od 675 do 34 mA. Natomiast przekaźniki tegoż typu włączane do obwodów równolegle mają oporność uzwojenia cewek od 250 do 60 000 Ω.

Należy podkreślić, że w obu przypadkach cewki uzwojenia przekaźników mogą być łączone między sobą szeregowo bądź równolegle.

Przekaźniki typu JRG wykonywane są nie tylko na prąd stały, jako przekaźniki neutralne lub spolaryzowane, lecz także przystosowane są do pracy w obwodach prądu zmiennego. W przekaźnikach spolaryzowanych oraz w przekaźnikach na prąd zmienny wbudowane są wewnątrz metalowe prostowniki lub diody. Przekaźniki bez prostownika oznaczane są w katalogach za pomocą pierwszych cyfr np.: jako przekaźnik typu JRG 10, z prostownikiem — jako przekaźnik typu JRG 12—15, a przekaźniki z prostownikiem i opornikiem bocznikowym — jako przekaźniki typu JRG 16—17.

Przekaźniki typu JRG przystosowane do pracy w obwodach prądu zmiennego są zaopatrzone w boczniki, do których włączono na stałe prostowniki stykowe w układzie mostkowym (rys. I—16).

Dane techniczne zasadniczych rodzajów tych przekaźników są podane w tablicy I-1.

Typy przekaźników JRG są przystosowane do kontroli obwodów, w których płynie prąd o natężeniu:

* Według pracy Brylejewa: Apparatura SCB. Gostransżeldorizdat, Moskwa 1956.

Tablica I-1

Przekaźniki JRG

Neutralne prądu stałego

Prądowe			Napięciowe		
oznaczenie	oporność [Ω]	prąd przyciągania [mA]	oznaczenie	oporność [Ω]	napięcie znamionowe [V]
JRG 1001	0,25	675	JRG 1007	250	6
1002	1	320	1008	1000	12
1003	4	160	1009	4000	24
1004	25	68	1010	500	12
1005	50	47	1011	60000	220
1006	100	34			

Uwaga: Przekaźniki tego typu mają styczki węglowe.

Z prostownikiem					Z prostownikiem i opornikiem				
oznaczenie	napięcie znamionowe [V]	częstotliwość [Hz]	oporność [Ω]	obwód prostownika	oznaczenie	moc żarówki [W]	napięcie żarówki [V]	napięcie w obwodzie prostownika [V]	częstotliwość [Hz]
JRG 1201	220	50	20000	obwód zaworowy podwójny	JRG 1601	24	12	12	50
1202	110	50	10000		1602	24	12	110	50
1203	24	—	2000		1603	40	110	110	50
1401	12	50	800	obwód mostkowy	1604	12	12	12	50
1402	12	50	3000		1605	40	220	220	50
1451	24	50	0,4						

Uwaga: Przekaźniki typu JRG 12, JRG 14, JRG 16 mają styczki węglowe.

Przekaźniki RG

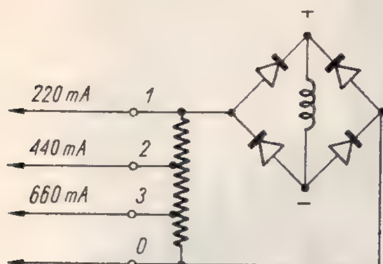
Oznaczenie	Napięcie znamionowe [V]	Natężenie prądu [mA]	Oporność [Ω]	Uwagi
RG 1001		17	950	prostownik
1006	60		20 000	
1201	127		5 000	DZG 7001
1202	60		1 400	

— do 220 mA, gdy doprowadzające przewody są dołączone do zacisków *0—1*;
— do 440 mA, gdy doprowadzające przewody są dołączone do zacisków *0—2*;
— do 660 mA, gdy doprowadzające przewody są dołączone do zacisków *0—3*.

Jednak w każdym sposobie łączenia spadek napięcia na włączonej gałęzi oporności jest taki sam; wskutek tego na prostowniku i odnośnym uzwojeniu przekaźnika, włączonym w układ mostkowy prostownika, otrzymamy zawsze jednakowe napięcie.

Najmniejsza moc przyciągania przekaźnika typu JRG wynosi 100 mW. Prąd zwalniania kotwicy nie powinien być mniejszy od 55% prądu przyciągania.

Wymiary zewnętrzne przekaźnika typu JRG w osłonie metalowej są następujące: wysokość 138 mm, długość 125 mm i szerokość 102 mm. Ciężar przekaźnika typu JRG wynosi około 2,35 kG.



Rys. I-16. Prostownik stykowy w układzie mostkowym przekaźnika elektromagnetycznego typu JRG 1602

Przekaźnik typu RG

Oprócz przekaźników typu JRG Zakłady Wytwórcze Urządzeń Sygnalizacyjnych wykonują również przekaźniki typu RG. Zasadniczo pod względem konstrukcyjnym i wyglądem zewnętrznym przekaźnik RG nie różni się niczym od przekaźnika JRG. Różnicę stanowią tylko: rodzaj uzwojenia przystosowany do innych warunków, jego oporność oraz przystosowanie do innych napięć.

b. Przekaźnik typu JRB

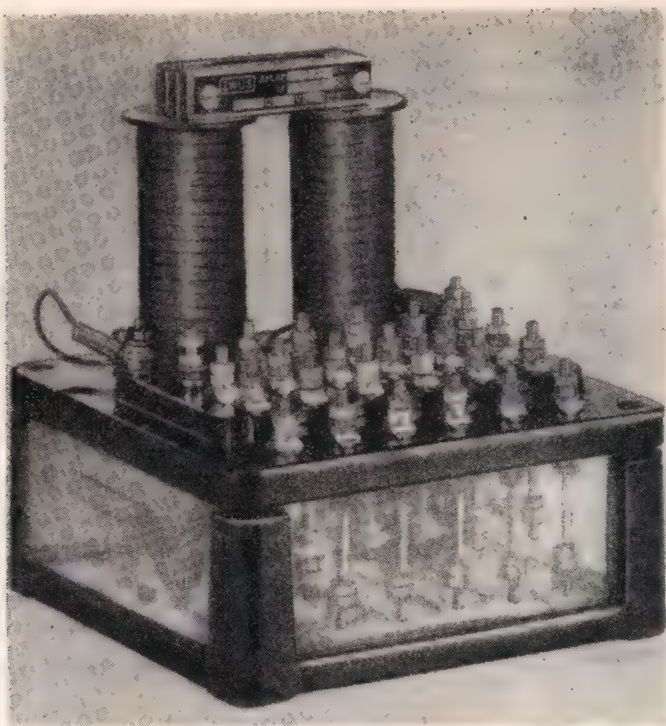
Zastosowanie

Przekaźniki typu JRB (rys. I-17) z 6 zestykami są stosowane głównie w urządzeniach blokady stacyjnej typu E i PB oraz w urządzeniach samoczynnej blokady liniowej.

W elektrycznych obwodach przekaźnikowych urządzeń zrk najczęściej są stosowane przekaźniki typu JRB 11129 i JRB 27908 na napięcie 24 V, a w mechanicznych urządzeniach z sygnalizacją świetlną — przekaźniki typu JRB 11128 na napięcie 12 V.

Ogólnie biorąc przekaźniki typu JRB mają podobne zastosowanie jak przekaźniki typu JRG; przekaźniki JRB są stosowane w tych samych urządzeniach, zarówno stacyjnych jak i liniowych, zwłaszcza wówczas, gdy szczególną uwagę zwraca się na niezawodność działania i na ekonomiczne zużywanie energii elektrycznej. Najczęściej stosuje się je jako przekaźniki dania i otrzymania oraz utwierdzenia nakazu lub zgody, utwierdzenia przebiegu, a także jako przekaźniki kontroli świateł *Kz*, *Kc*, *Kpz*, *KTo* i jako powtarzacze przekaźników zasadniczego znaczenia w obwodach zwolnienia przebiegów oraz w obwodach świateł sygnałowych.

Przekaźniki typu JRB znajdują również zastosowanie w urządzeniach blokady samoczynnej, gdyż odpowiadają one wyjątkowo wysokim wymaganiom, jakie są stawiane przekaźnikom instalowanym w szafach torowych.



Rys. I-17. Ogólny widok przekaźnika typu JRB

Przekaźniki typu JRB zasadniczo używane są w obwodach prądu stałego. Jeżeli są wyposażone w mostek prostowniczy i bocznik, to mogą być użyte w obwodach prądu zmiennego, np. do kontroli świateł semaforów.

Konstrukcja

Przekrój podłużny neutralnego przekaźnika typu JRB jest podany na rysunku I-18.

Obudowa (skrzynka ochronna) przekaźnika jest wykonana z żeliwa lub ze stopu aluminiowego. Odlew taki stanowi dno i 4 żeberka, między którymi są osadzone szybki szklane. Z wierzchu skrzynka nakryta jest szczelnie płytą bakelitową.

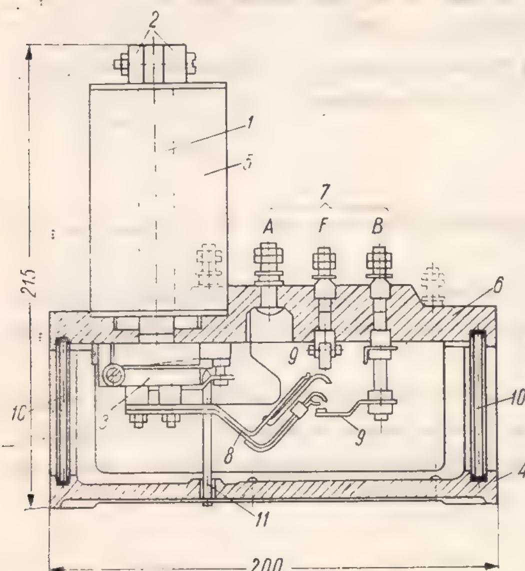
Płyta bakelitowa przylega szczelnie do żeberek obudowy przekaźnika i jest przymocowana do nich wkrętami. Jeden z wkrętów jest odpowiednio zalakowany, a na laku wyciśnięta jest pieczątka kontroli wytwórni.

W przedniej części płyty znajdują się zaciski, do których przymocowuje się łączące przewody.

Nabiegunniki, kotwica i zestyki są umieszczone wewnątrz obudowy przekaźnika, natomiast rdzenie z osadzonymi na nich cewkami znajdują się na zewnętrznej stronie tej obudowy. Takie umieszczenie rdzeni umożliwia dokonywanie wymiany cewek w razie ich uszkodzenia lub konieczności zamiany na inny rodzaj, bez potrzeby otwierania obudowy i dostawania się do jej wnętrza.

Znajdująca się pod nabiegunnikami rdzeni kotwica obraca się w łożyskach osadzonych w obsadzie przytwierdzonej od dołu do płyty bakelitowej.

Wielkość szczeliny głównej, tj. odstęp między kotwicą a nabiegunnikiem, może być regulowana w granicach od 0,2 do 1,1 mm, co uzyskuje się przez odpowiednią zmianę ustawienia obsady łożyskowej. Odstęp ten normalnie wynosi



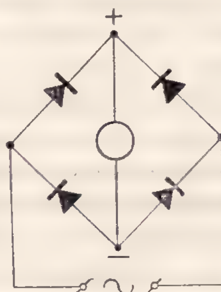
Rys. I-18. Przekrój podłużny przekaźnika typu JRB

1 — rdzeń, *2* — jarzmo, *3* — kotwica, *4* — obudowa, *5* — cewka, *6* — płyta bakelitowa, *7* — zaciski, *8* — zestyki ruchome, *9* — zestyki nieruchome, *10* — szybka, *11* — wkręt ustalający

0,7 mm, gdyż na kotwicy jest umieszczona odpowiednia nasadka antymagnetyczna.

Przekaźniki typu JRB wykonuje się jako przekaźniki prądu stałego neutralne oraz polaryzowane, a także jako przekaźniki prądu zmiennego.

Przekaźniki neutralne nie mają żadnych dodatkowych urządzeń, natomiast przekaźniki polaryzowane są wyposażone w prostownik stykowy jednopołówkowy. Prostownik ten umieszczony jest na zewnątrz obudowy (obok rdzeni cewek) i przymocowany do płyty bakelitowej.



Rys. I-19. Schemat prostownika stykowego w układzie Graetza

Przekaźniki na prąd zmienny wyposażone są w prostowniki stykowe w układzie Graetza (rys. I-19), umieszczane zazwyczaj w tym samym miejscu co w prze-

kaźnikach polaryzowanych. Przekaźnik ten jest zasilany w zasadzie prądem zmiennym, lecz przez cewki jego uzwojenia płynie prąd stały (wyprostowany).

Gdy przekaźnik typu JRB jest użyty jako przekaźnik kontroli świateł sygnałowych, wówczas jest on zaopatrzony w prostownik w układzie Graetza oraz dodatkowy opornik, umieszczany obok przekaźnika.

Przekaźniki bez prostownika oznaczane są zwykle numerami od JRB 10 do JRB 17, a z prostownikiem — od JRB 20 do JRB 27.

Należy zwrócić uwagę, że druga cyfra nieparzysta w numerze przekaźnika oznacza styki srebrne, a parzysta — styki węglowe.

Obwód magnetyczny

Układ elektromagnetyczny przekaźnika składa się z dwóch rdzeni połączonych jarzmem i ruchomej kotwicy.

Rdzenie, jarzmo, nabiegunniki i kotwica są wykonane ze stali miękkiej o małym magnetyzmie szczątkowym i o niewielkiej sile koercji, nie przekraczającej 1,3 Oe.

Cewki uzwojenia przekaźnika mogą być połączone między sobą szeregowo bądź równolegle; połączenia cewek są wykonywane rozłącznie, co umożliwia — w pewnych granicach — odpowiednie przystosowanie przekaźnika do żądanego napięcia.

Zestyki

Przekaźnik typu JRB jest wyposażony zwykle w 6 grup zestyków, a w niektórych przypadkach — nawet w 12 grup. Zestyki — złożone ze sprężyny ruchomej i styków stałych — są umieszczane wewnątrz obudowy przekaźnika.

Przy zwieraniu się styków ruchomych ze stykami stałymi (czynnymi lub biernymi) powstaje poślizg między zwierającymi się stykami, wynoszący co najmniej 0,7 mm. Siła nacisku styku ruchomego na styk nieruchomy wynosi 30 G. Nacisk taki jest konieczny dla osiągnięcia jak najmniejszej oporności zestyku.

Na płycie bakelitowej znajdują się zaciski rozmieszczone według tablicy I-2.

Do zacisków *A* są przyłączone za pomocą elastycznej taśmy miedzianej styki ruchome. Na płycie bakelitowej znajdują się także zaciski czynne *F* i bierne *B*.

Styki ruchome składają się zwykle z 2 sprężyn stanowiących odpowiednio przygotowane styki. Styki te mogą być połączone razem (mechanicznie i elektrycznie) bądź izolowane od siebie.

Przy połączonym układzie styków ruchomych istnieje możliwość łączenia zacisków *A* z zaciskami *F* lub *B*; zestyk taki oznacza się *1F/B* (tablica I-3).

Jeżeli styki są odizolowane, to każdy z nich jest połączony taśmą miedzianą z oddzielnym zaciskiem *A*. Jest to układ niezależny, gdyż jeden zacisk *A* może łączyć się tylko z zaciskiem *F* w stanie czynnym przekaźnika, a drugi zacisk *A* — jedynie z zaciskiem *B* przy opadniętej kotwicy, tj. w biernym stanie przekaźnika.

Układ zestyków może być również tak wykonany, że obydwa zaciski *A* styków ruchomych mogą łączyć się jednocześnie z 2 zaciskami *F*; takie zestyki

Tablica I-2

Rozmieszczenie zacisków w przekaźnikach typu JRB

Płyta zaciskowa					
Rozmieszczenie zacisków	Układ zestyków	Rodzaj zestyków	Rozmieszczenie zacisków	Układ zestyków	Rodzaj zestyków
A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6 F_1 F_2 F_3 F_4 F_5 F_6 B_7 B_8 B_9 B_{10} B_{11} B_{12} A_7 A_8 A_9 A_{10} A_{11} A_{12}	*6F,6B*	niezależne	A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6 F_1 F_2 F_3 F_4 F_5 F_6 F_7 B_8 B_9 B_{10} B_{11} F_{12} A_7 A_8 A_9 A_{10} A_{11} A_{12}	*8F,4B*	niezależne
A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6 F_1 F_2 F_3 F_4 F_5 F_6 B_1 B_2 B_3 B_4 B_5 B_6	*6F/B*	zależne	A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6 F_1 F_2 F_3 F_4 F_5 F_6 F_7 F_8 B_9 B_{10} F_{11} F_{12} A_7 A_8 A_9 A_{10} A_{11} A_{12}	*10F,2B*	niezależne

Tablica I-3

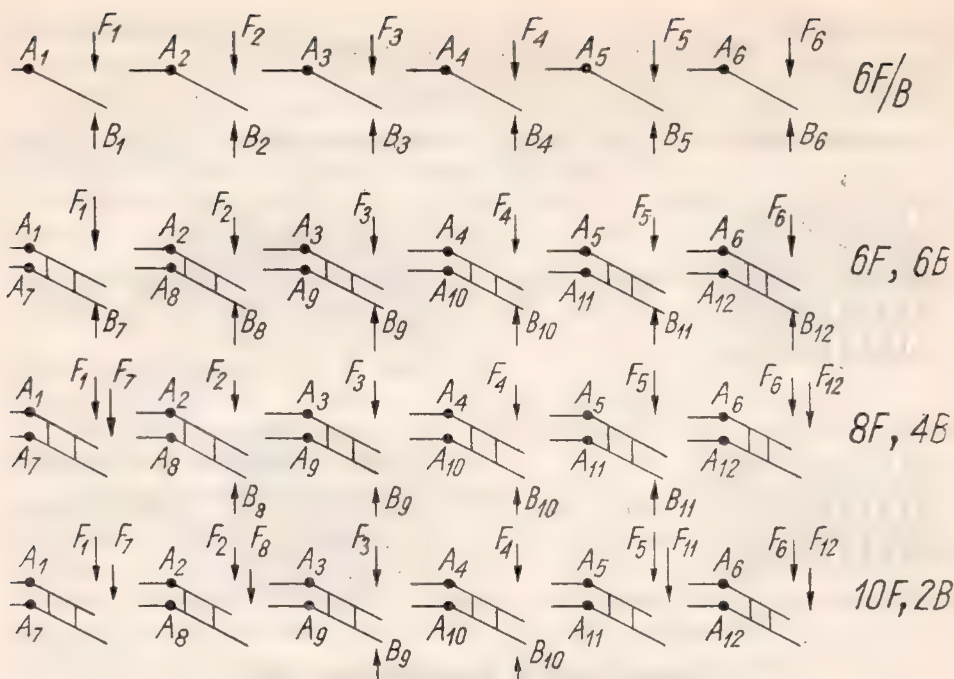
Rodzaje zestyków w przekaźnikach typu JRB

Sprężyny stykowe			
Wykonanie	Czynność	Oznaczenie zestyków	Rodzaj zestyku
A F B	przełączenie	*1F/B*	jeden czynny jeden bierny przełączny
A F B A	włączenie — — wyłączenie	*1F,1B*	jeden czynny (zwierny) jeden bierny (rozwierny)
A F F A	podwójne włączenie	*2F*	dwa czynne (zwierne)

oznacza się *2F*. Jeżeli obydwa zaciski *A* łączą się jednocześnie z 2 zaciskami *B*, to oznacza się je *2B*.

Oprócz wymienionych układów mogą być jeszcze układy specjalne, umożliwiające np. łączenie jednego zacisku *A* z zaciskiem *F*, a drugiego zacisku *A* — na przemian z innym zaciskiem *F* lub z odpowiednio umieszczonym zaciskiem *B*. Zestyki takie oznacza się *1F*, *1F/B* albo *1F/B*, *1B*, zależnie od tego, która sprężyna ruchoma — dolna czy górna — stanowi zestyk przełączny.

Jak wynika z tablicy I-2 oraz zamieszczonych w niej rysunków, są stosowane następujące znormalizowane układy zestyków:
— zależne — *6F/B*;
— niezależne — *6F/6B*; *8F, 4B*; *10F, 2B*.



Rys. I-20. Schemat oznaczeń i numeracji zestyków przekaźnika JRB

Schemat oznaczeń i numeracji zestyków przekaźnika typu JRB jest pokazany na rysunku I-20.

Czasy działania

Przekaźniki typu JRB mogą mieć czas działania normalny lub opóźniony. Przekaźniki o normalnym czasie działania mają średni czas przyciągania kotwicy równy około 0,6 s, a czas zwalniania kotwicy — około 0,1 s.

Opóźnienie do około 2 s i 4 s w działaniu przekaźnika, zarówno podczas przyciągania jak i zwalniania kotwicy, można uzyskać przez nałożenie miedzianych pierścieni lub tulejek na rdzeń przekaźnika.

Dane techniczne

Minimalne zapotrzebowanie mocy dla przekaźnika typu JRB wynosi 40 mW. Prąd zwalniania kotwicy przekaźnika powinien być większy od 55% prądu przyciągania.

Wymiary zewnętrzne przekaźnika są następujące: wysokość 215 mm, długość 200 mm i szerokość 195 mm. Ciężar przekaźnika wynosi 8 kG.

Przekaźniki typu JRB dzielą się w zasadzie na 2 grupy: jedna z nich charakteryzuje się wielkością znamionowego napięcia, a druga — wielkością oporności uzwojenia. Wykonywane są jako przekaźniki prądowe lub jako przekaźniki napięciowe. Zasadnicze rodzaje tych przekaźników charakteryzują się danymi technicznymi podanymi w tablicy I-4.

Przekaźniki JRB

A. Neutralne prądu stałego

Prądowe

Oporność [Ω]	Zestyki zależne 6F/B oznaczenie	Zestyki zależne 6F/B prąd przyciągania [mA]	Zestyki niezależne 6F,6B oznaczenie	6F,6B prąd przyciągania [mA]	8F,4B oznaczenie	8F,4B prąd przyciągania [mA]	10F,2B oznaczenie	10F,2B prąd przyciągania [mA]
1	JRB 11122	200	JRB 11222	200	JRB 11322	220	JRB 11422	240
4	11123	100	11223	100	11323	110	11423	120
25	11124	45	11224	45	11324	49	11424	55
50	11125	31,5	11225	31,5	11325	34	11425	36
100	11126	22,5	11226	22,5	11326	24,5	11426	27,5

Prąd zwalniania jest większy niż 55% maksymalnego prądu przyciągania.

Napięciowe

Napięcie znamionowe [V]	Zestyki zależne 6F/B oznaczenie	Zestyki zależne 6F/B oporność [Ω]	Zestyki niezależne 6F,8B oznaczenie	6F,8B oporność [Ω]	8F,4B oznaczenie	8F,4B oporność [Ω]	10F,2B oznaczenie	10F,2B oporność [Ω]
6	JRB 11127	300	JRB 11227	300	JRB 11327	300	JRB 11427	300
12	11128	1000	11228	1000	11328	1000	11428	1000
24	11129	4000	11229	4000	11329	4000	11429	4000
110	11130	1000	11230	1000	11330	1000	11430	1000
220	11131	4000	11231	4000	11331	4000	11431	4000

B. Prądu stałego z opóźnionym

Przyciąganiem oznaczenie	napięcie znamionowe [V]	oporność [Ω]	przybliżony czas przyciągania [s]	zestyki zależne	Zwalnianiem oznaczenie	napięcie znamionowe [V]	oporność [Ω]	przybliżony czas zwalniania [s]	zestyki zależne
JRB 15101	12	1000			JRB 17101	12	500		
15102	24	4000	2	6F/B	17102	24	2000	2	6F/B
13191	12	2000	0,9						

C. Prądu zmiennego z mostkiem prostowniczym

Oznaczenie	Układ zestykowy	Oporność	Napięcie znamionowe [V]	Napięcie przyciągania [V]	Częstotliwość [Hz]
JRB 21102	*6F,B*	200	6	5,4	50
21302	*8F,4B*	200	6	5,4	50
21303	*8F,4B*	800	12	10,8	50
21304	*8F,4B*	3000	24	20,0	50
JRB 27901	*4F/B*		220		50
27902	,,		110		50
27903	,,		12		50
27904	,,		220		50
27905	,,		110		50
27908	,,		24		50

D. Spolaryzowane prądu stałego z bocznikiem i zaworem prostowniczym

Oznaczenie	Układ zestyków	Oporność [Ω]	Napięcie znamionowe [V]
JRB 21201	*6F,6B*	4000	24
21305	*8F,4B*	4000	24
21401	*10F,2B*	3000	24

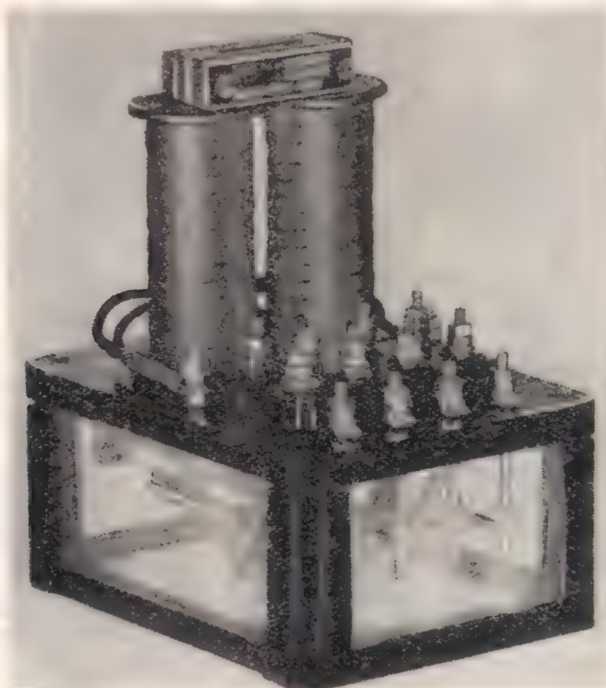
Uwaga: Prąd zwalniania jest większy niż 55% maksymalnego prądu przyciągania.

Inne dane techniczne tego przekaźnika, np. wytrzymałość izolacji, temperatura grzania się części, wielkość momentu zwrotnego — są takie same jak dla przekaźnika typu JRG.

c. Przekaźnik typu JRC

Zastosowanie

Przekaźnik typu JRC (rys. I-21) jest przeznaczony do tych samych zadań co przekaźniki typu JRG i JRB w przekaźnikowych urządzeniach i dlatego stawia się mu takie same wymagania.

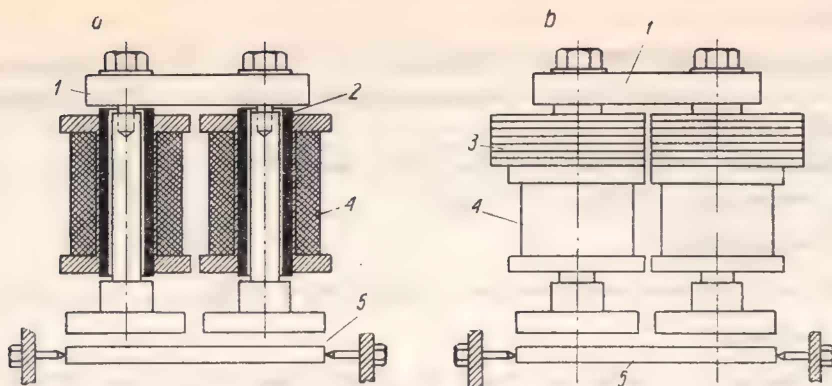


Rys. I-21. Ogólny widok przekaźnika typu JRC

Przekaźnik typu JRC zazwyczaj jest stosowany wszędzie tam, gdzie potrzebna jest niewielka liczba zestyków; w szczególności stosowany jest on w obwodach jako przekaźnik zwolnienia przebiegu lub jako przekaźnik przeciwwtórny z opóźnieniem działania kotwicy do 2 s.

Czasy działania

Opóźnienie działania przekaźnika osiąga się — podobnie jak w przekaźniku typu JRB — przez zastosowanie tulejek lub pierścieni miedzianych (rys. I-22), przy czym zamiast jednej cewki nakłada się na rdzeń pierścienie miedziane lub zmniejsza się obie cewki i nakłada się na oba rdzenie pierścienie.



Rys. I-22. Przekaźnik typu JRC z opóźnionym zwalnianiem kotwicy
a — zastosowanie tulejek, *b* — zastosowanie pierścienia
1 — jarzmo, *2* — tulejki, *3* — pierścienie, *4* — uzwojenia, *5* — kotwica

Konstrukcja

Konstrukcja przekaźnika typu JRC jest podobna do konstrukcji przekaźnika JRB; także obwód magnetyczny jest wykonany tak samo jak w przekaźniku typu JRB; podobne są również dane techniczne.

Rozmieszczenie zacisków na płycie bakelitowej jest podane w tablicy I-5.

Tablica I-5

Rozmieszczenie zacisków i rodzaje zestyków w przekaźnikach typu JRC

Płyta zaciskowa		
Rozmieszczenie zacisków	Układ zestyków	Rodzaje zestyków
A1 A2 A3 A4 F1 F2 F3 F4 B1 B2 B3 B4	*4F/B*	Zależne

Sprężyny stykowe			
Wykonanie	Czynność	Oznaczenie zestyków	Rodzaj zestyku
A F B	1 połączenie 1 przerwa	*1F/B*	jeden czynny (zwierny) jeden bierny (rozwierny)

Przekaźniki typu JRC wykonuje się jako przekaźniki prądu stałego neutralne lub polaryzowane oraz jako przekaźniki prądu zmiennego. Przekaźniki polaryzowane i przekaźniki prądu zmiennego są wyposażone odpowiednio w prostowniki, podobnie jak przekaźniki typu JRB.

Przekaźnik typu JRC bez prostownika ma oznaczenia katalogowe JRC 10–17, a z prostownikiem ma JRC 20—27.

Zestyki

Przekaźnik typu JRC jest wyposażony w 4 zespoły zestyków ruchomych, które wraz z zestykami stałymi stanowią: układ zależny — *4F/B* lub układ niezależny — *4F*, *4B*.

Oznaczenie i wykonanie zestyku przełącznego typu *1F/B* jest identyczne jak w przekaźniku JRB (tabl. I-3, poz. 1).

Obwód magnetyczny

Jest on wykonany podobnie jak w przekaźniku JRB.

Dane techniczne

Minimalne zapotrzebowanie mocy dla przekaźnika JRC wynosi 25 mW.

Wymiary przekaźnika typu JRC są mniejsze niż przekaźnika typu JRB i wynoszą: wysokość 215 mm, długość 200 mm i szerokość 143 mm. Ciężar przekaźnika wynosi 6,2 kG.

Przekaźniki te dzielą się na 2 grupy, tak samo jak przekaźniki typu JRB.

Dane techniczne zasadniczych rodzajów tych przekaźników są podane w tablicy I-6.

Tablica I-6

Przekaźniki JRC

A. Neutralne prądu stałego

Prądowe				**Napięciowe**			
Oznaczenie	Oporność [Ω]	Największy prąd przyciągania [mA]	Układ zestyków	Oznaczenie	Oporność [Ω]	Napięcie znamionowe [V]	Układ zestyków
JRC 11122	1	160		JRC 11127	400	6	
11123	4	80		11128	1500	12	
11124	25	34	*4F/B*	11129	6000	24	*4F/B*
11125	50	26		11130	1000	110	
11126	100	17		11131	4000	220	

Prąd zwalniania jest większy niż 55% prądu przyciągania.

B. Prądu stałego z opóźnionym

Przyciąganiem					Zwalnianiem				
oznaczenie	oporność [Ω]	napięcie znamionowe [V]	czas przyciągania [s]	układ zestyków	oznaczenie	oporność [Ω]	napięcie znamionowe [V]	czas zwalniania [s]	układ zestyków
JRC 15102	1000	12			JRC 17102	500	12		
15103	4000	24	2	*4F/B*	• 17103	2000	24	2	*4F/B*
13251	2000	12	0,7		17104	1	1,2		

C. Prądu zmiennego

Z mostkiem prostowniczym						Z mostkiem prostowniczym i bocznikiem					
oznaczenie	oporność [Ω]	napięcie przyciągania [V]	napięcie znamionowe [V]	częstotliwość [Hz]	układ zestyków	oznaczenie	moc żarówki [W]	napięcie żarówki [V]	napięcie w obwodzie przekaźnika [V]	częstotliwość [Hz]	układ zestyków
JRC 21105	25	3,25	4	50	*4F/B*	JRC 21103	40	127	127	50	
21110	200	5,4	6	40		21104	40	127	220	50	
						21107	12	12	12	50	*4F/B*
						21108	24	12	220	50	
						21109	24	12	110	50	

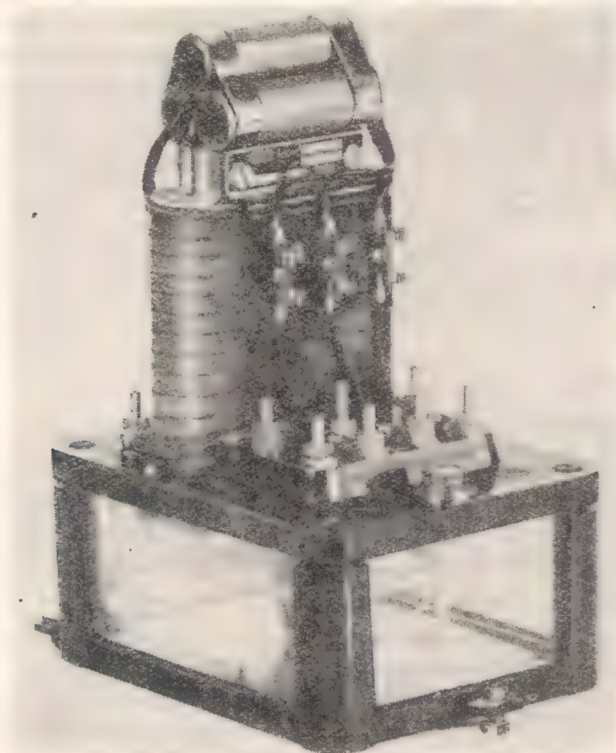
Przekaźnik JRC dwuuzwojeniowy stosowany w urządzeniach PB

Cewka uzwojenia	Oporność [Ω]	Liczba zwojów	Napięcie (natężenie) nominalne [V]	nominalne [mA]	przyciągania [V]	przyciągania [mA]	zwalniania [V]	zwalniania [mA]	Amperozwoje pracy	Współczynnik zapasu
I	46	5000		60		46		23	300	1,3
II	2000	28000	24		16,4		10,2		336	1,46

d. Przekaźnik typu JRM i RM

Zastosowanie

Przekaźniki typu JRM (rys. I-23) są stosowane w urządzeniach zrk, np. w obwodach sygnałów zastępczych, w sygnalizacji migowej (szybkościowej) i w sygnalizacji samoczynnej na przejazdach oraz w przekaźnikowych urządzeniach blokady stacyjnej, w których wymagane jest stosowanie światła migającego.



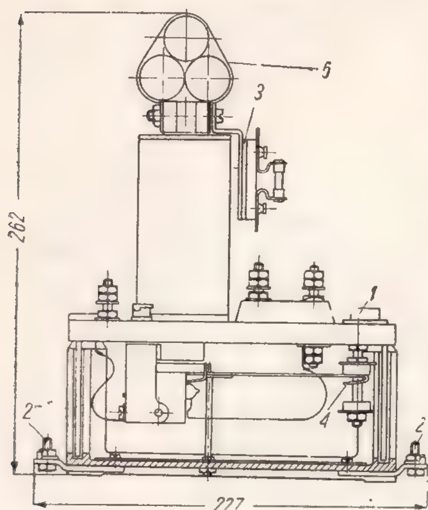
Rys. I-23. Ogólny widok przekaźnika typu JRM

Konstrukcja

Przekaźnik typu JRM pod względem budowy (rys. I—24) przypomina przekaźnik typu JRC, gdyż obudowa jego jest podobnie wykonana jako odlew żeliwny lub aluminiowy z osadzonymi szybkami szklanymi. Jedynie płyta bakeli-

towa umieszczona z wierzchu na żeberkach jest nieco inaczej ukształtowana niż w przekaźniku typu JRC.

Dokładne ustawienie przekaźnika w poziomie osiąga się za pomocą okrągłej poziomnicy wbudowanej na płycie bakelitowej w przedniej części przekaźnika.



Rys. I-24. Przekrój podłużny przekaźnika typu JRM

1 — poziomnica, 2 — śruby ustalające, 3 — opornik, 4 — zestyk, 5 — kondensator

Przekaźnik spoczywa na 3 śrubach ustalających, przymocowanych do podstawy; zapewniają one poziome ustawienie przekaźnika.

Dla zapobiegnięcia powstawaniu zakłóceń w obwodach zainstalowanych w pobliżu aparatów radiowych, w przekaźniki typu JRM są wbudowane układy przeciwzakłóceniowe, złożone z kondensatorów i oporników. Kondensatory są umocowane zwykle na jarzmie obwodu magnetycznego, a oporniki — na czołowej stronie przekaźnika, przed cewkami uzwojenia. Każdy kondensator i opornik bocznikuje styki rtęciowe, w które jest wyposażony.

Przekaźniki tego typu są wykonywane w 2 odmianach: jedna — to przekaźnik typu JRM 10 z układem 3 zestyków zwiernych, stosowany w elektrycznych urządzeniach stacyjnych, a druga odmiana — to przekaźnik typu JRM 11 z układem 3 styków rozwiernych, używany w sygnalizacji migowej.

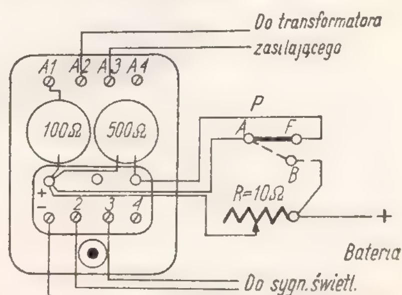
Obwód magnetyczny

Na rysunku I-25 jest pokazany schematyczny układ połączeń wewnętrznych przekaźnika typu JRM.

Obwód magnetyczny jest wykonany podobnie jak w przekaźnikach typu JRB lub JRC, lecz każda cewka ma inną oporność. Na lewym rdzeniu osadzona jest cewka o oporności 100 Ω, a na prawym — cewka o oporności 500 Ω. Pierwsza cewka współdziała w czasie wzbudzenia przekaźnika, druga zaś powoduje opóźnienie zaniku strumienia magnetycznego.

Zestyki

Przekaźnik ma 4 zestyki rtęciowe przymocowane do kotwicy i wykonujące razem z nią ruchy wahadłowe. Ze względu na dużą i z góry określoną częstotliwość zmian, polegających na przyciąganiu i zwalnia-



Rys. I-25
Układ połączeń przekaźknia JRM

niu kotwicy, oraz w celu zapobiegnięcia nadmiernemu zużywaniu się styczek i ich częstej wymianie — zestykom tym stawia się duże wymagania dla zapewnienia nienagannej i niezawodnej pracy przekaźnika.

Zestyk rtęciowy jest wykonany w postaci hermetycznie zamkniętej rurki szklanej, opróżnionej z powietrza i częściowo wypełnionej rtęcią. W obu końcach szklanej rurki stykowej są wtopione elektrody w postaci 2 drucików. Cztery rurki szklane z elektrodami są przymocowane do kotwicy i wykonują razem z nią ruchy wahadłowe, wskutek czego elektrody przy jednym położeniu kotwicy są zwierane, a przy drugim — rozwierane przez rtęć znajdującą się w rurce.

Jedne końce tych elektrod są połączone z zaciskami *A1*, *A2*, *A3* i *A4*, umieszczonymi w tylnej części przekaźnika (jak to pokazano na rys. I-25), a drugie — z zaciskami „—", *2*, *3* i *4* znajdującymi się w przedniej części. Styki te w przekaźniku typu JRM 11 tworzą parami układ 3 zestyków rozwiernych, ponieważ przy wzbudzonym przekaźniku są rozwarte. Przekaźnik typu JRM 10 ma układ 3 zestyków zwiernych.

Pierwszą parę styków *A1* stosuje się jako samoprzerywacz. Pozostałe zestyki *A2-2*, *A3-3* i *A4-4* służą do przerywania obwodów świateł; są one zbocznikowane kondensatorami o pojemności 0,5 μF i połączonymi z nimi szeregowo opornikami o oporności 50 Ω każdy.

W obwodzie zasilającym cewkę 100 Ω (rys. I-25) jest włączony w szereg z nią opornik *R* o oporności 10 Ω. W obwodzie cewki 500 Ω znajduje się zestyk *AF* lub *AB* innego przekaźnika pomocniczego współpracującego z przekaźnikiem typu JRM, kierującym prąd do cewki 100 Ω lub 500 Ω.

Gdy przekaźnik pomocniczy znajduje się w stanie czynnym, wówczas jego zestyk zwiera uzwojenie cewki 500 Ω, a gdy jest w stanie biernym — zestyk jego zwiera opornik *R*.

W położeniu zasadniczym prąd zasilający płynie od „+" baterii przez opornik *R* do zacisku plusowego przekaźnika, następnie przez cewkę 100 Ω, zacisk *A1*, połączony z nim zestyk rtęciowy i przez zacisk minusowy przekaźnika do „—" baterii. Pod wpływem tego prądu kotwica zostaje przyciągnięta i następuje rozwarcie zestyków, a więc przerwa w dopływie prądu zasilającego. Kotwica przekaźnika zostaje zwolniona i następuje ponowne wzbudzenie przekaźnika oraz przyciągnięcie kotwicy. W ten sposób na przemian odbywa się zasilanie i przerywanie obwodu zasilającego przekaźnik.

Uzwojenie 500 Ω jest w tym czasie zwarte przez zestyk zwierny wzbudzonego przekaźnika *P*, co ma wpływ na opóźnienie zwolnienia kotwicy; uzyskana liczba błysków światła (białego) wynosi 45 na minutę.

Gdy kotwica przekaźnika *P* zostanie zwolniona, jego zestyk *A—F* zostanie rozwarty, przerywając zwieranie cewki 500 Ω; jednocześnie następuje zwarcie opornika *R*.

Teraz prąd płynie z „+" baterii przez rozwierny zestyk *A—B* przekaźnika *P* do zacisku plusowego przekaźnika, przez cewkę 100 Ω, zacisk *A1*, zestyk rtęciowy i jego zacisk minusowy do „—" baterii.

Prąd ten omija opornik R i ma większe natężenie, może więc szybciej przyciągać kotwicę. Jednocześnie uzwojenie 500 Ω nie jest zwarte, zanikający po przerwaniu prądu strumień nie jest opóźniany, a więc kotwica może opadać szybciej. Włączone światło będzie przerywane z częstotliwością 90 błysków na minutę.

Dane techniczne

Przekaźniki typu JRM budowane są na napięcie 12 lub 24 V. Zapotrzebowanie mocy wynosi 300 mW.

Oprócz przekaźników o częstotliwości błysków 45 lub 90 na minutę mogą być również produkowane przekaźniki typu JRM o częstotliwości 60 błysków na minutę i inne.

Wymiary przekaźnika: wysokość 262 mm, długość 227 mm i szerokość 143 mm. Ciężar przekaźnika wynosi około 6 kG.

Zasadnicze rodzaje tych przekaźników podaje tablica I-7.

Tablica I-7

Przekaźniki JRM

Oznaczenie	Napięcie znamionowe prądu stałego [V]	Liczba mignięć na minutę	Oporność [Ω]	Układ zestyków
		a. do sygnałów zastępczych itp.		
JRM 1001	12	60	410	3*F* (zwierające)
1002	24	60	1640	
1003	36	60	3600	
1004	220	60	21000	
1005	12	45	100	
1006	12	60	410	
		b. do sygnałów drogowych na przejazdach itp.		
1101	12	45/90	100	3*B* (przerywające)
1102	24	45/90	400	
1103	220	60	21000	
1104	220	120	9000	
1105	12	60	410	
1106	24	60	1640	
1107	36	45/90	1000	
1201	12	60—70	100	
1202	24	60—70	400	
1301	12	45/90	100	
		Przekaźniki RM		
1001	220~	70	21000	
1002	110—	60	20000	
1101	110—	60	5200	
1102	220~	60—70	21000	
1201	220~	45	31700	

Przekaźnik typu RM

Oprócz wymienionych przekaźników JRM wytwarza ZWUS odmianę tych przekaźników, oznaczoną skrótem RM. Różnica polega jedynie na zastosowaniu innego rodzaju cewek nawiniętych na rdzeniach układu magnetycznego i uzyskaniu wskutek tego innej liczby mignięć na minutę.

Konstrukcja pozostałych części przekaźnika nie uległa zmianie.

W tablicy I-7 uwidocznione zostały dane niektórych przekaźników typu RM.

e. Migacze

Innym urządzeniem, za pomocą którego można uzyskać przerywanie obwodów prądu zasilającego żarówki, wytwarzające światło impulsujące, jest tak zwany błyskacz termiczny (migacz). Takie migające światła są stosowane w obwodach nowoczesnych urządzeń przekaźnikowych, w obwodach sygnałów zastępczych, lampek kontrolnych, kontroli świateł, położenia zwrotnic itp.

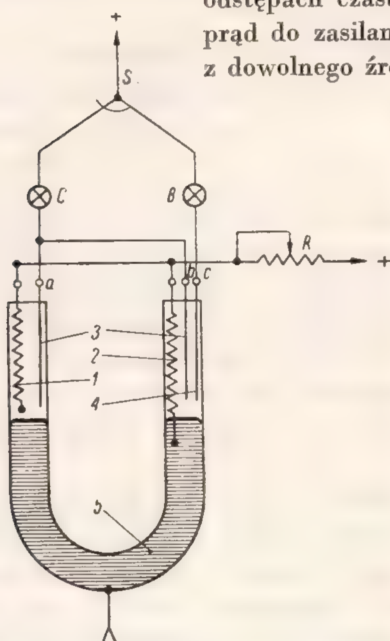
Stosowanie świateł migających w urządzeniach zrk jest uzasadnione większą wrażliwością wzroku człowieka i większą reakcją na światło migające, niż na światło ciągłe.

Na rysunku I-26 jest przedstawiona zasada budowy migacza termicznego. W rurce szklanej uformowanej w kształcie litery *U*, szczelnie zamkniętej i wypełnionej do pewnego poziomu rtęcią, są wtopione w obu jej ramionach elektrody stykowe oraz elementy grzejne. Oba ramiona rurki są wypełnione ponad rtęcią gazem (często wodorem). Znajdujące się w ramionach rurki elektrody są wyprowadzone na zewnątrz i oznaczone literami *a*, *b*, *c*. W normalnym położeniu elektrody nie są zanurzone w rtęci. Elektrody *a* i *b* są przyłączone do lampki *C* z częściej migającym światłem czerwonym, a elektroda *c* do lampki *B* światła białego innego, migającego dwa razy wolniej na minutę.

Opornik regulacyjny *R* znajdujący się w tym obwodzie reguluje wielkość natężenia prądu, co z kolei ma wpływ na częstość migań.

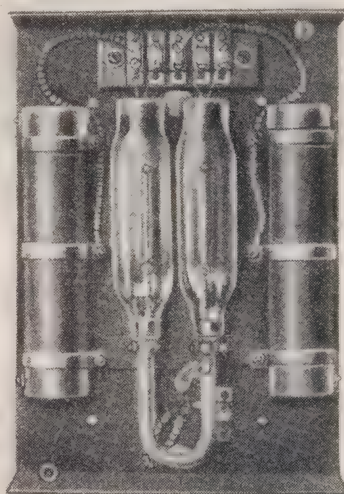
Gdy zostanie zamknięty obwód prądu przez element grzejny *2* zanurzony w rtęci prawego ramienia rurki, wówczas element ten nagrzewa się i powoduje nagrzanie gazu znajdującego się nad rtęcią. Podgrzany gaz ciśnie na słupek rtęci i powoduje podniesienie się poziomu rtęci w lewym ramieniu rurki i zamknięcie obwodu prądu elementu grzejnego w lewym ramieniu rurki. Następuje zaświecenie się żarówki *C*. Teraz z kolei nagrzewa się gaz w lewym ramieniu i w ten sposób uzyskuje się stałe wahania słupka rtęci. Wahania poziomów rtęci powodują kolejne łączenie i rozłączanie elektrod połączonych bezpośrednio z obwodami żarówek. Z uwagi na założenie, że miganie światła z żarówką *C* ma być dokonywane z częstotliwością dwa razy większą od migania innego światła z żarówką *B*, obwód żarówki światła o większej liczbie mignięć jest przyłączony do dwóch elektrod połączonych wspólnym przewodem i znajdujących się w obu końcach rurki. Żarówka światła o mniejszej liczbie mignięć ma połączenie z jedną elektrodą umieszczoną w jednym (prawym) ramieniu rurki szklanej.

Migacz termiczny, którego widok przedstawia rysunek I-27, w stosunku do mechanicznie działających przekaźników ma tę przewagę, że nie ma żadnej ruchomej części, a ponadto może tu być użyty bez różnicy zarówno prąd stały, jak i zmienny. Przerywanie i łączenie następuje zwykle w stosunkowo równych odstępach czasu. Na szczególną uwagę zasługuje to, że prąd do zasilania migacza termicznego może być użyty z dowolnego źródła. Trwałość migacza jest duża, gdyż nie występuje tu zużycie lub przepalenie styczek sprężyn stykowych, któ. rych brak jest tu. W razie nieszczelności rurki szklanej, spowodowanej np. pęknięciem, nie grozi żadne niebezpieczeństwo, gdyż nie będzie się świeciło wtedy żadne światło.



Rys. I-26. Zasada działania migacza termicznego

1, 2 — elementy grzejne, *3* — elektrody dla światła czerwonego, *4* — elektroda dla światła białego, *5* — rtęć



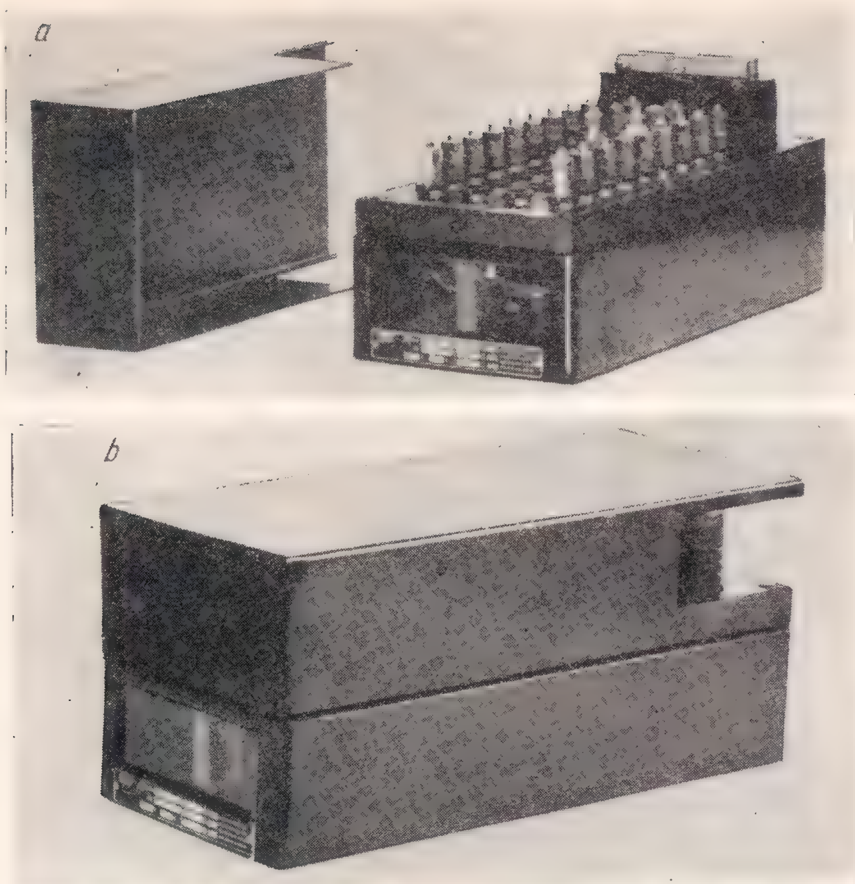
Rys. I-27. Widok migacza termicznego

f. Przekaźnik typu JRR

Zastosowanie

W nastawczym obwodzie zwrotnicowym stosuje się trzypołożeniowy przekaźnik typu JRR (rys. I-28) na prąd stały. Z uwagi na częste włączanie i wyłączanie prądu nastawczego o natężeniu do 10 A (przy uruchamianiu silnika napędu), wymagane jest, aby styczki zestyków przekaźnika, przeznaczone do włączania i wyłączania prądu nastawczego, były silne i masywne.

Przekaźnik tego typu może być również stosowany w obwodach innych urządzeń zabezpieczenia, np. do uruchamiania elektrycznych napędów rogatkowych na przejściach i przejazdach.



Rys. I-28. Ogólny widok przekaźnika typu JRR
a — pokrywa zewnętrza zdjęta, *b* — przekaźnik nakryty

Konstrukcja

Konstrukcja przekaźnika typu JRR jest pokazana na rysunku I-29. Obudowę przekaźnika wykonano z blachy stalowej, w postaci skrzynki ochronnej o kształcie prostopadłościanu, nakrytego grubą płytą bakelitową. W przedniej i tylnej ścianie skrzynki ochronnej znajdują się szybki szklane. Całość jest nakryta osobną blaszaną pokrywą.

Na płycie bakelitowej, w tylnej części krótszej ściany, umieszczone są 3 rdzenie z osadzonymi na nich uzwojeniami cewek, a w przedniej części — 4 rzędy zacisków.

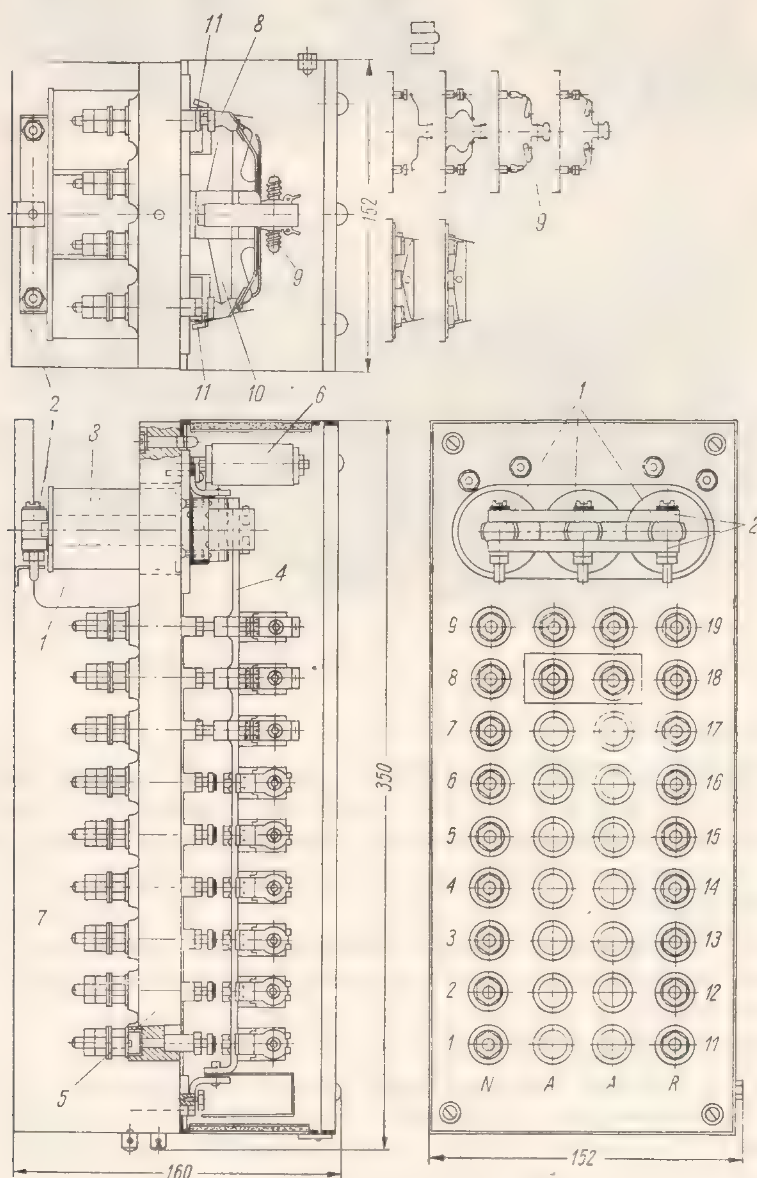
W skrzynce ochronnej znajdują się zestyki przekaźnika.

Wszystkie 3 rdzenie od góry są połączone wspólnym jarzmem, a w dolnej części wewnątrz obudowy są zakończone oddzielnymi nabiegunnikami. Cewki są osadzone tak na rdzeniach, aby w razie konieczności mogły być łatwo wymienione, bez potrzeby otwierania skrzynki ochronnej przekaźnika.

Zaciski oznaczone są literami *N*, *A*, *A* i *R*. Lewe zaciski stałych styków mają numerację od *N1* do *N9*. Zaciski *N* współdziałają podczas przestawiania zwrotni-

cy w położenie zasadnicze. Prawe zaciski mają numerację od *R11* do *R19*. Zaciski *R* służą do przestawiania zwrotnicy w położenie przełożone.

Zaciski od *N1* do *N6* oraz od *R11* do *R16* znajdują się w przedniej części płyty bakelitowej, a zaciski od *N7* do *N9* i od *R17* do *R19* — w tylnej. Wszystkie te zaciski są zakończone z wierzchu śrubami z nakrętkami, a od dołu — styczkami stałymi.



Rys. I-29. Konstrukcja przekaźnika typu JRR

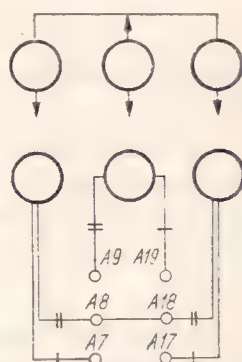
1 — rdzeń, *2* — jarzmo, *3* — cewka, *4* — mostek, *5* — płyta bakelitowa, *6* — mostek prostowniczy, *7* — pokrywa, *8* — styczka, *9* — sprężyny dociskowe, *10* — kotwica, *11* — kotwiczki oporowe

Układ elektromagnetyczny przekaźnika składa się z 3 rdzeni osadzonych na płycie bakelitowej.

Cewki skrajne służą do wytwarzania siły przyciągającej trójkątną kotwicę, a cewka środkowa — do podtrzymania przyciągniętej kotwicy. Jeśli przekaźnik jest zastosowany w obwodzie nastawczym zwrotnicy, to cewka środkowa podtrzymuje kotwicę nawet wówczas, gdy przez cewki skrajne chwilowo prąd nie płynie. Oporność każdej cewki wynosi wtedy 50 Ω.

Uzwojenia cewek są dołączone do ostatnich zacisków w rzędzie. Początek uzwojenia lewej cewki przekaźnika jest dołączony do zacisku *A7*, a koniec — do zacisku *A8*. Początek uzwojenia prawej cewki jest dołączony do zacisku *A18*, a koniec — do zacisku *A17*. Zaciski *A8* i *A18* zwierają się, wskutek czego cewki skrajne łączą się szeregowo. Końce uzwojenia środkowej cewki dołączone są do zacisków *A9* i *A19*. Wyprowadzenie cewek do zacisków przekaźnika jest pokazane na rysunku I-30.

Pod nabiegunnikami rdzeni porusza się ruchem wahadłowym dwuramienna kotwica oszadzona na czopach obracających się w łożyskach, które są utworzone z kątowników przymocowanych do płyty bakelitowej. Kotwica stanowi mechaniczną całość z mostkiem, który jest do niej przymocowany za pomocą 2 śrub.



Rys. I-30. Sposoby łączenia cewek przekaźnika typu JRR

W celu zapobiegnięcia „przylepianiu się" kotwicy do nabiegunników, na obu jej końcach umieszcza się po jednej przekładce antymagnetycznej. Szerokość szczeliny powietrznej utrzymywanej przez przekładki wynosi 0,6 mm.

Gdy przez uzwojenie elektromagnesów prąd nie płynie, kotwica zajmuje położenie poziome środkowe; w tym położeniu żadne ramię kotwicy nie przylega do nabiegunników skrajnych.

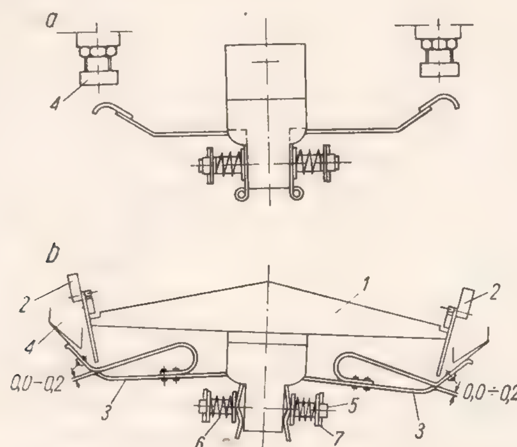
Jeżeli przez jedną z cewek skrajnych popłynie prąd, to tym końcem kotwica zbliży się do nabiegunnika. Może więc wychylać się do góry ze swego położenia środkowego lewym lub prawym ramieniem.

Dla uniemożliwienia wykonywania ruchów kotwicy z położenia zasadniczego, gdy przez cewki uzwojenia nie płynie prąd, zastosowano 2 swobodnie zwisające kotwiczki oporowe. Kotwiczki są przymocowane obrotowo do nabiegunników skrajnych elektromagnesów od strony zewnętrznej i utrzymują kotwicę dwuramienną w położeniu środkowym. Nie dopuszczają one do wykonania ruchu wahadłowego, zaczepiając swymi nasadkami o końce kotwicy (rys. I-31).

Gdy przekaźnik zostaje wzbudzony i przez jedną z cewek skrajnych płynie prąd, wówczas odpowiednia kotwiczka oporowa zostaje przyciągnięta (nawet przy małej sile przyciągania magnesu) do bocznej ściany nabiegunnika wzbudzonej cewki i ustaje jej zaporowe działanie na kotwicę. Kotwica dwuramienna

traci oparcie o występ kotwiczki oporowej i zostaje bez przeszkód przyciągnięta do nabiegunnika rdzenia wzbudzonej cewki uzwojenia.

Po wyłączeniu prądu w uzwojeniu skrajnej cewki, gdy kotwica dwuramienna jest podtrzymywana wzbudzonym elektromagnesem cewki środkowej, kotwiczka oporowa opiera się o boczną krawędź kotwicy dwuramiennej, nie przeszkadzając w ruchach i działaniu kotwicy.



Rys. I-31. Kotwica przekaźnika typu JRR z kotwiczkami oporowymi
a — styki nieruchome *N1* ÷ *N6*, *b* — styki nieruchome od *N7* ÷ *N9*
1 — kotwica, *2* — kotwiczka oporowa, *3* — sprężyny stykowe, *4* — zestyki stałe, *5* — kołki metalowe, *6* — sprężyny spiralne, *7* — podkładki metalowe

Po przerwaniu prądu w obwodzie środkowej cewki, podczas opadania kotwicy, koniec jej odchyli kotwiczkę oporową, po czym kotwica — przechodząc do położenia zasadniczego — ustawi się swym końcem pod nasadką kotwiczki.

Zestyki

Zestyki mieszczą się wewnątrz obudowy przekaźnika; składają się one ze styków nieruchomych i ruchomych. Styki nieruchome stanowią całość z zaciskami oznaczonymi literami od *N1* do *N9* oraz od *R11* do *R19*.

Na mostku stanowiącym mechaniczną całość z kotwicą dwuramienną przekaźnika umocowane są — za pomocą specjalnych trzymaków — styki ruchome.

Wzdłuż mostka stykowego umieszczono 9 par trzymaków styków ruchomych. Z obu stron trzymaka są przymocowane ruchome styki, osadzone na kołkach stalowych. Sprężyny stykowe są silnie dociskane do trzymaka spiralnymi sprężynami podtrzymywanymi za pomocą metalowych podkładek (rys. I-31). Liczba tych podkładek stanowi o docisku sprężyny spiralnej, dlatego też istnieje możliwość stosowania 2 i więcej podkładek. Przed zsunięciem się sprężyny stykowej i spiralnej z kołka dodatkowe zabezpieczenie stanowią zawleczki.

Istnieją dwa wykonania styków ruchomych. Od *N7* do *N9* oraz od *R17* do *R19* w stanie biernym przekaźnika łączą się z zaciskami zakończonymi główkami o powierzchni ukośnie ściętej i wykonanymi z węgla (rys. I-31b). Styki *N1*

do *N6* oraz *R11* do *R16* w stanie czynnym łączą się z zaciskami wykonanymi w postaci śrub zaciskowych i zakończonymi srebrnymi główkami o powierzchni poziomej (rys. I-31a).

Styki ruchome od *N7* do *N9* oraz od *R17* do *R19* mają dodatkowe sprężyny dociskowe zabezpieczające dociski styczek. Dla zapewnienia lepszej styczności styczki styków ruchomych od *N7* do *N9* oraz od *R17* do *R19* przy zwieraniu ze stykami nieruchomymi przesuwają się o około 5 mm, a styczki pozostałych styków — o około 0,8 mm.

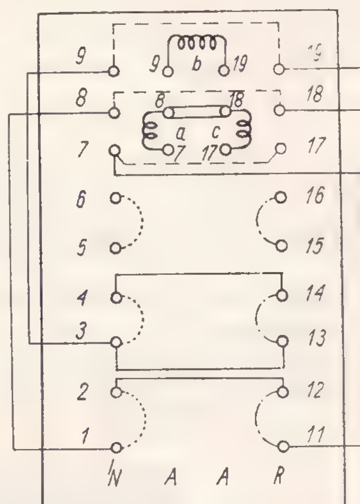
We wszystkich przekaźnikach typu JRR odstęp między styczkami styków ruchomych oraz nieruchomych *N* i *R* przy zestykach zwiernych wynosi z reguły około 9 mm, a przy zestykach rozwiernych — około 5 mm. Natomiast tylko w przekaźnikach JRR 12-13 odstęp ten wynosi dla styków zwiernych 2,5 mm, a dla rozwiernych 2 mm.

Połączenia zestyków wewnątrz przekaźnika są pokazane na rysunku I-32.

Wskutek takich kombinacji połączeń stykowych uzyskano układ zestyków 2×*3F*, *3M*. Układ taki oznacza, że przekaźnik ma dla każdego kierunku obrotu kotwicy po 3 zestyki zwierne oraz 3 zestyki środkowe rozwierne.

Wszelkie połączenia wewnętrzne między zestykami są wykonane za pomocą giętkiej, płaskiej, pobielanej linki miedzianej.

W przednim okienku przez szybkę przekaźnika jest widoczna czerwona wskazówka przymocowana do mostka stykowego i wykonująca razem z nim ruchy wahadłowe. Ruchy wskazówki informują o każdorazowym położeniu kotwicy i stanie przekaźnika.



Rys. I-32. Wewnętrzne połączenia zacisków w przekaźniku typu JRR

a — cewka lewa, *b* — cewka środkowa, *c* — cewka prawa; połączenia zacisków przez sprężyny stykowe:
— — — — — — w położeniu zasadniczym przekaźnika,
. . . . przy wzbudzonej cewce lewej,
—.—.—.—.— przy wzbudzonej cewce prawej,
———— połączenia zacisków przewodami metalowymi

Dane techniczne

Przekaźniki typu JRR są wykonywane na prąd o napięciu stałym 12 oraz 24 V i najmniejszej mocy przyciągania od 1 do 4 W. Nacisk sprężyn w stosowanych przekaźnikach JRR 10-11 wynosi dla zestyków zwiernych 100 G, dla zestyków rozwiernych 80 G, a w przekaźnikach JRR 12-13 dla zestyków zwiernych 20 G, dla zestyków rozwiernych 80 G. Czas przyciągania kotwicy przekaźnika typu JRR wynosi około 0,085 sekundy.

Wymiary przekaźnika są następujące: wysokość 160 mm, długość 350 mm i szerokość 152 mm. Ciężar przekaźnika wynosi 5,8 kG.

Zasadnicze dane przekaźników typu JRR są podane w tablicy I-8.

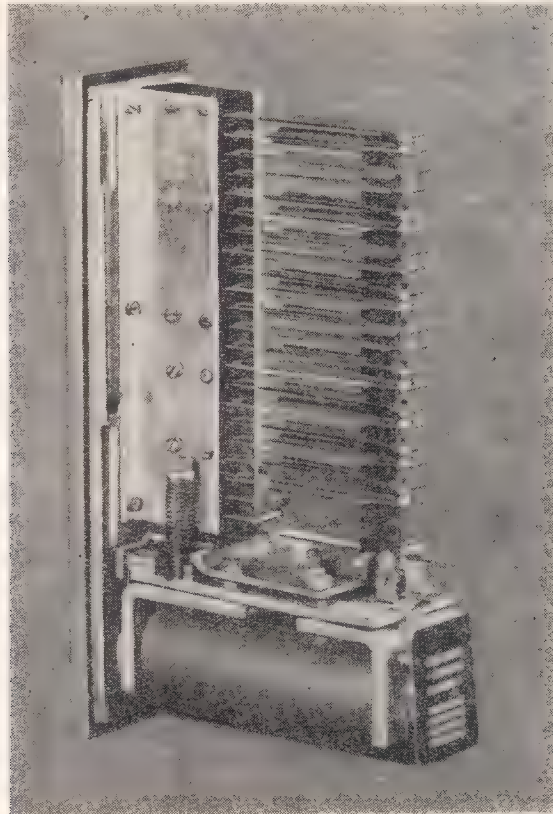
Tablica I-8

Przekaźniki JRR

Oznaczenie	Oporność cewek skrajnych [Ω]	Oporność cewki środkowej [Ω]	Napięcie znamionowe [V]	Układ zestyków	Uwagi
JRR 10101	150	150	24	*2x3F,3M*	bez prostownika
10102	25	150	24	*2x3F,3M*	
10103	50	50	24	*2x3F,3M*	
11101	1500	1500	220—50 Hz	*2x3F,3M*	z prostownikiem
13101	500	500	24	*2x7F,1M*	
13102	250	250	24	*2x7F,1M*	

g. Przekaźnik typu JRK i RK

Przekaźnik typu JRK (rys. I-33) różni się tym od poprzednio opisanych przekaźników, że ma zaciski wtykowe, które umożliwiają dokonywanie szybkiej wymiany w razie uszkodzenia lub z innej przyczyny, a ponadto zapobiegają popełnieniu pomyłki zamiany jednego rodzaju przekaźnika na inny.



Rys. I-33. Ogólny widok przekaźnika wtykowego typu JRK

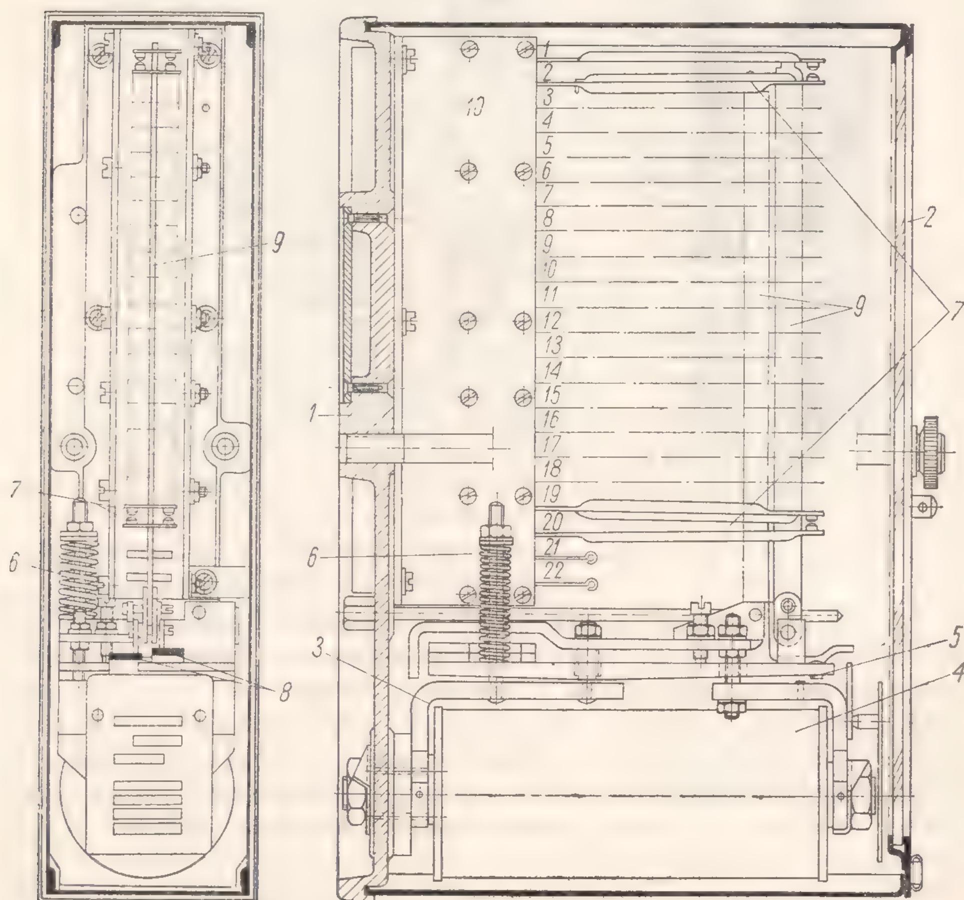
Zastosowanie

Przekaźniki typu JRK, podobnie jak poprzednio opisane, są stosowane w urządzeniach zrk wszędzie tam, gdzie niezawodność działania jest najważniejszym wymaganiem.

Przekaźnik typu JRK jest tak skonstruowany, że w zupełności może on zastąpić przekaźniki typu JRG, JRB lub JRC. Dla zastąpienia przekaźnika typu JRR w obwodach nastawczych zwrotnicowych muszą być użyte 2 przekaźniki typu JRK, remanentne jako przekaźniki nastawcze, oznaczone w schematach skrótem $N+$ i $N-$.

Konstrukcja

Rozróżniamy 3 rodzaje konstrukcji przekaźników wtykowych (szybkowymiennych) na prąd stały typu JRK: przekaźnik JRK 10 (rys. I-34), mający 10 zestyków, drugi — większy od niego przekaźnik JRK 11 o 22 zestykach oraz trzeci — przekaźnik JRK 12 wyposażony w 54 zestyki.

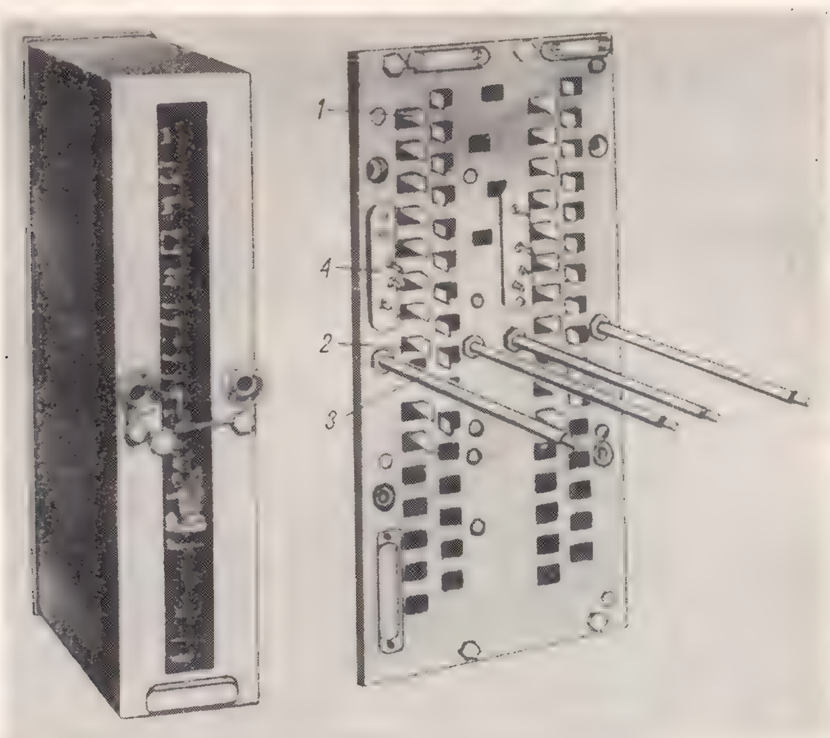


Rys. I-34. Konstrukcja przekaźnika typu JRK 10 o jednej cewce i 10 zestykach

1 — podstawa, *2* — pokrywa, *3* — jarzmo, *4* — cewka, *5* — kotwica, *6* — sprężyna kotwicy, *7* — sprężyny stykowe, *8* — wskaźnik położenia kotwicy, *9* — listewki sterujące, *10* — blok izolacyjny

Zestyki tych przekaźników mogą być zwierne lub rozwierne. W przekaźniku typu JRK 10 zestyki rozmieszczone są w jednym pionowym zespole; w przekaźniku typu JRK 11, stanowiącym jakby 2 połączone przekaźniki typu JRK 10, zestyki rozmieszczone są w 2 zespołach pionowych ustawionych obok siebie, po 11 zestyków w każdym zespole; przekaźnik typu JRK 12 ma po 27 zestyków umieszczonych w 2 zespołach pionowych ustawionych jeden nad drugim.

Mechanizm przekaźnika jest umieszczony na bakelitowej płycie, która jest przykręcona śrubami do płyty podstawowej, wykonanej z aluminium.



Rys. I-35. Ogólny widok przekaźnika JRK oraz bakelitowej płyty zaciskowej tegoż przekaźnika
1 — zestyk nożowy, 2 — wycięcie w płycie, 3 — śruba mocująca, 4 — płytka rozpoznawcza

Dla ochrony przekaźnika przed zanieczyszczeniem i uszkodzeniami mechanicznymi zaopatruje się go w odpowiednią osłonę, wykonaną z materiału przezroczystego. Przednia ściana osłony jest oszklona.

Blok izolacyjny, w którym od przodu są osadzone wszystkie styki przekaźnika, jest przymocowany do płyty podstawowej. Styki przekaźnika są połączone z odpowiednimi gniazdkami, które są rozmieszczone z drugiej strony bloku izolacyjnego. Uzwojenia cewek również mają swoje gniazdka w tym bloku.

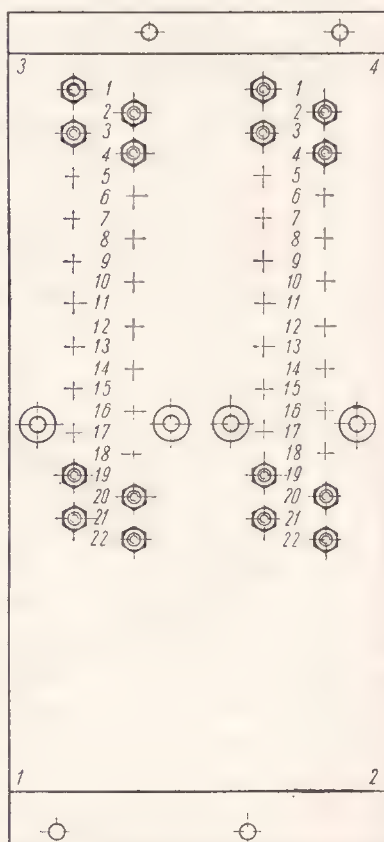
Gdy przekaźnik jest umieszczony w stojaku przekaźnikowym, jego gniazdka wchodzą na styki nożowe zaciskowej płyty bakelitowej (rys. I-35), za pomocą których cały przekaźnik jednocześnie zostaje włączony do wszystkich obwodów.

Styki nożowe przechodzą na drugą stronę płyty bakelitowej i są tam zakończone sworzniami z nakrętkami, do których są doprowadzone przewody z poszczególnych obwodów. Zaciskowa płyta bakelitowa jest tak wykonana, że można na niej umocować 2 przekaźniki typu JRK 10 lub 1 przekaźnik typu JRK 11. Przekaźnik typu JRK 12 ma odpowiednio dobraną płytę zaciskową.

Płyty bakelitowe od strony założenia przekaźnika są wyposażone w płytki rozpoznawcze. Każda taka płytka ma 4 kołki, które odpowiadają 4 otworom rozmieszczonym na podstawowej płycie przekaźnika. Zarówno rozstawienie kołków na płytce rozpoznawczej, jak i otworów na płycie podstawowej są inne dla każdego rodzaju przekaźnika i dla każdego układu zestyków; zapobiega to popełnieniu omyłki i założeniu na płytę niewłaściwego przekaźnika.

Na podstawowej płycie są osadzone także 4 długie prowadzące bolce nagwintowane, za pomocą których przekaźnik jest osadzony na płycie podstawowej i utrzymywany nakrętkami w tym położeniu. Użycie tych bolców powoduje, że gniazdka przekaźnika trafiają zawsze na odpowiednie zaciski nożowe bakelitowej płyty podstawowej.

Na rysunku I-36 jest pokazana bakelitowa płyta podstawowa, na której są umieszczone ponumerowane sworznie z nakrętkami oraz widoczne zakończenia 4 bolców prowadzących.



Rys. I-36. Rozmieszczenie zacisków i sworzni na podstawowej płycie zaciskowej przekaźnika typu JRK 10 (widok od strony połączeń)

Przekaźniki typu JRK mogą być wykonywane jako neutralne, polaryzowane, z pozostałością magnetyczną i jako przekaźniki na prąd zmienny.

Przekaźnik neutralny został już szczegółowo opisany. Przekaźnik polaryzowany ma umieszczony nad kotwicą magnes stały. Kotwica przekaźnika jest przyciągana tylko wówczas, gdy pole magnetyczne elektromagnesu stałego będzie przeciwnie skierowane do pola magnetycznego, wytworzonego w rdzeniu przekaźnika. Natomiast gdy kierunki obu strumieni będą zgodne, kotwica przekaźnika nie zostanie przyciągnięta.

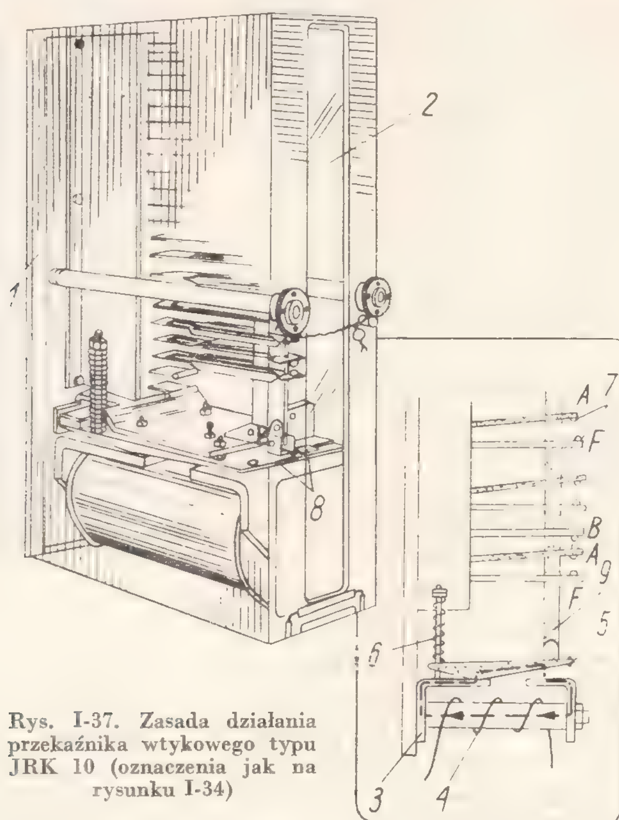
Przekaźnik z pozostałością magnetyczną ma 2 uzwojenia osadzone na rdzeniu ze stali niekrzemowej. W celu przyciągnięcia kotwicy zostaje wzbudzone jedno z uzwojeń, jednak przerwanie zasilania tego uzwojenia nie powoduje zwolnienia kotwicy, która wskutek znacznej pozostałości magnetycznej nadal pozostaje w stanie przyciągniętym do rdze-

nia. Dla zwolnienia kotwicy musi być wzbudzone drugie uzwojenie (zwalniające), przez co zostanie zniesione pozostałe pole magnetyczne.

Przekaźnik na prąd zmienny jest wyposażony w układy prostownicze, umieszczone wewnątrz przekaźnika. Przekaźnik opóźniający ma na rdzeniu osadzone pierścienie lub tuleje miedziane, które mogą powodować opóźnienie zwalniania kotwicy do 0,15 sekundy.

Obwód magnetyczny

Układ magnetyczny złożony jest z 1- lub 2-cylindrycznych rdzeni, jarzma oraz kotwicy. Jarzmo stanowią 2 nabiegunniki zgięte w kształcie kątowników przymocowanych do obu końców rdzenia. Kotwica przekaźnika w położeniu poziomym znajduje się nad jarzmami, wykonując ruchy wahadłowe jako dźwignia dwuramienna (rys. I-37).



Rys. I-37. Zasada działania przekaźnika wtykowego typu JRK 10 (oznaczenia jak na rysunku I-34)

Kotwica z 2 otworami jest osadzona na 2 kołkach z odpowiednimi tulejami. Kołki umieszczone na końcu tylnego kątownika wchodzą w okrągłe otwory kotwicy w celu stabilizacji jej ruchów.

Rdzeń, jarzmo oraz kotwica są wykonane ze stali krzemowej, odpornej na starzenie i odznaczającej się małą siłą koercji.

Przekaźnik typu JRK 10 jest wyposażony tylko w 1 elektromagnes, natomiast w przekaźnikach JRK 11 i JRK 12 są po 2 elektromagnesy, kotwica ich jest znacznie szersza i przyciągana równomiernie do obu rdzeni elektromagnesów.

Sprężyna spiralna kotwicy w przekaźniku typu JRK 10 znajduje się z boku bloku izolacyjnego, a w przekaźnikach typu JRK 11 i JRK 12 — w osi symetrii przekaźnika, między zespołami zestyków.

Szczelina powietrzna między kotwicą a rdzeniem wynosi zasadniczo 0,4 mm. Jednakże w niektórych rodzajach przekaźników typu JRK szczelina ta jest mniejsza i wynosi 0,25 mm. Aby utrzymać taką szczelinę, zarówno kotwica jak i jarzmo przednie są wyposażone w przekładki antymagnetyczne odpowiednich wymiarów.

Dla unieruchomienia kotwicy podczas przewozu przekaźnika wkręca się śrubę ustalającą jej trwałe położenie, którą przy montażu należy usunąć.

Dokładną obserwację stanu przekaźnika umożliwia umocowana na jarzmie płytka, na której jest namalowany pasek koloru czerwonego. Taki sam pasek czerwony jest również namalowany na innej płytce przymocowanej do kotwicy. Gdy kotwica jest przyciągnięta, wówczas oba czerwone paski tworzą jedną linię. Przy opadniętej kotwicy przekaźnika pasek czerwony na płytce kotwicy obniża się i powstaje różnica poziomów między obu czerwonymi paskami.

Zestyki

Przekaźniki typu JRK są wyposażone w styki o układzie zależnym lub niezależnym. Przy układzie niezależnym styki ruchome mają styczki tylko po jednej stronie, a przy układzie zależnym — po obu stronach.

Nacisk styków zwiernych wynosi 28,5 G, a styków rozwiernych — 20 G.

Każdy zespół styków przekaźników typu JRK zawiera 2 sterujące listewki izolacyjne: jedną — ze stykami nieruchomymi, drugą — ze stykami ruchomymi.

Listewka izolacyjna styków nieruchomych jest przymocowana do jarzma przekaźnika i uniemożliwia zmianę położenia bądź odkształcenie styków nieruchomych. Natomiast listewka styków ruchomych jest przymocowana do przedniej części kotwicy i wykonuje wraz z nią ruchy, poruszając wszystkimi stykami ruchomymi jednocześnie.

Styki nieruchome, podobnie jak styki ruchome, są osadzone w bloku izolacyjnym. Są one wykonane ze sprężystych blach z nowego srebra, w postaci wydłużonych sprężyn płaskich, na których są umocowane srebrne styczki (w przedniej części). W tylnej części sprężyny stykowe zakończone są 8 cienkimi rozciętymi blaszkami, zapewniającymi dobrą styczność przy wchodzeniu noży stykowych między te blaszki; nóż płyty zaciskowej styka się z blaszkami w 16 punktach.

Dla uzyskania lepszej sztywności sprężyn i zapobieżenia ich odkształceniom, sprężyny stykowe są na pewnej długości nieco zagięte (rys. I-38). Aby jednak sprężyny nie zatraciły sprężystości, końce ich są płaskie.

Styki nieruchome zwierne mają po 2 styczki na końcach rozciętych, a rozwierne — 1 styczkę na nie rozciętym końcu.

Styki ruchome są z zasady na końcach nie rozcięte; mają one po 2 styczki przy stykach zwiernych i po 1 styczce przy stykach rozwiernych.



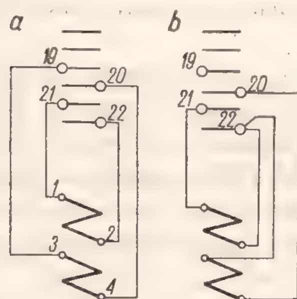
Rys. I-38. Sprężyna stykowa przekaźnika typu JRK

Listewki sterujące są wsunięte odpowiednimi wycięciami w prostokątne otwory styków znajdujące się bliżej końca ze styczkami. Odpowiednie osadzenie i rozmieszczenie listewek powoduje podtrzymywanie styków nieruchomych, wzmocnionych dodatkowymi sprężynami.

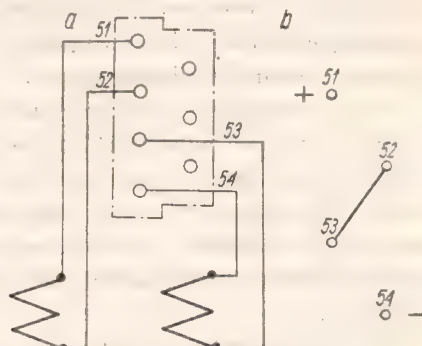
Przy zwieraniu się zestyku, styczka ruchomego styku dochodzi do styczki styku nieruchomego i przy dalszym ruchu naciska na nią, powodując zaprzestanie opierania się styku ruchomego o sprężynę dodatkową; następuje wtedy odpowiedni docisk styków. Przy uniesionej kotwicy w biernym stanie przekaźnika odpowiedni docisk uzyskuje się za pomocą ruchomych styków sprężynowych.

Styczki ruchomych sprężyn stykowych znajdują się w odległości od 2 do 3 mm od styczek nieruchomych styków zwiernych lub rozwiernych.

Końce uzwojeń cewek są doprowadzone do zacisków oznaczonych liczbami *19*, *20*, *21* i *22* (rys. I-39). Zaciski te są dołączone również do gniazdek wykonanych



Rys. I-39. Przyłączenie cewek do zacisków przekaźnika JRK 10
a — równoległe, *b* — szeregowe



Rys. I-40. Przyłączenie cewek do zacisków przekaźnika typu JRK 11 lub JRK 12
a — równoległe, *b* — szeregowe

podobnie jak gniazdka dla styków. Na płytach podstawowych znajdują się także odpowiednie styki nożowe, na które wchodzą te gniazdka. Uzwojenia cewek mogą być łączone szeregowo lub równolegle, zależnie od potrzeby. Cewki przekaźników typu JRK 11 i JRK 12 są łączone według schematu pokazanego na rysunku I-40a. Przy szeregowym łączeniu cewek łączy się ze sobą zaciski *52* i *53* (rys. I-40b).

Czasy działania

Zależnie od rodzaju i układu styków przekaźniki typu JRK mają różne czasy przyciągania i zwalniania kotwicy. Dla pomiarowego przekaźnika neutralnego na prąd o napięciu 24 V orientacyjne czasy przyciągania i zwalniania kotwicy są następujące:

przyciąganie

— dla zwarcia styków zwiernych — około 0,23 s,
— dla rozwarcia styków rozwiernych — około 0,17 s;

zwalnianie

— dla rozwarcia styków zwiernych — około 0,016 s,
— dla zwarcia styków rozwiernych — około 0,012 s.

Dane techniczne

Według danych wytwórni przekaźniki typu JRK są wykonane jako pomiarowe lub niepomiarowe. Różnicę między nimi stanowią dopuszczalne tolerancje dla wielkości elektrycznych podczas przyciągania i opadania kotwicy oraz wielkości poboru mocy. Tolerancje są mniejsze dla przekaźników pomiarowych, a znacznie większe — dla niepomiarowych.

Przekaźniki pomiarowe typu JRK 10 pobierają prąd o mocy 70 mW, a typu JRK 11 — o mocy 150 mW. Natomiast dla przekaźników niepomiarowych typu JRK 10 zapotrzebowanie mocy wynosi około 110 mW, a typu JRK 11 — około 200 mW.

Przekaźniki neutralne niepomiarowe wykonuje się na prąd o napięciu 12 lub 24 V, przekaźniki zaś pomiarowe neutralne — na prąd o napięciu 1,4 lub 6 V. Przekaźniki polaryzowane pomiarowe są wykonywane tylko na prąd o napięciu 1,4 V.

Zasadnicze rodzaje tych przekaźników są podane w tablicy I-9.

Napięcie przyciągania kotwicy w przekaźnikach neutralnych wynosi około 85% napięcia znamionowego, a napięcie zwalniania — około 30%.

Odpowiednie wartości napięć dla przekaźników z pozostałością magnetyczną wynoszą: dla przyciągania — około 62%, dla zwalniania — także 62%, lecz przeciwnie skierowane w celu zniesienia pozostałości magnetycznej. Pozostałe dane techniczne zawiera tablica I-10.

Przekaźniki JRK

Oznaczenie	Układ zestyków	Wartość znamionowa napięcia [V]	Wartość znamionowa prądu [mA]	Wartość znamionowa oporności [Ω]	Uwagi
1	2	3	4	5	6
JRK 10110	*7F, 3B*	24	—	4000	NN
10111	*6F, 3B*	—	1000	3400	NN
10112	*5F, 5B*	24	—	3300	NN
10113	*6F, 3B*	24	—	1350	NN
		24	—	2650	
		48	—	4000	
		12	—	895	
10114	*9F, 1B*	24	—	4000	NN
10115	*7F, 3B*	—	16	480	NN
10116	*3F, 6B*	—	100	0,7	NN
		24	—	1100	
10117	*8F, 2B*	—	680	0,3	NN
10118	*8F, 1F/B*	9,3	—	490	NN
		11,8	—	160	
10119	*3F, 6B*	24	—	1000	NN
		48	—	2000	
		12	—	500	
10120	*5F, 5B*	12	—	1120	NN
10121	*8F, 2B*	24	—	4000	NN
10122	*9F, 1B*	12	—	1120	NN
10123	*7F, 3B*	—	155	3,5	NN
10124	*4F, 6B*	24	—	2000	NN
10125	*6F, 4B*	24	—	3300	NN
10126	*7F, 3B*	12	—	1120	NN
10127	*5F, 2B, 2F/B*	24	—	4000	NN
10128	*5F, 4B*	24	—	1120	NN
10129	*6F, 4B*	12	—	1120	NN
10130	*6F, 3B*	24	—	1930	NN
10131	*7F, 1B*	24	—	900	NN
10132	*8F, 1B*	24	—	1000	NN
10133	*6F, 4B*	10	—	660	NN
10134	*1F, 3B; 4F/B*	24	—	2000	NN
10135	*6F, 3B*	12	—	530	NN
10136	*5F, 4B*	24	—	1300	NN
10310	*6F, 3B*	(12) 1000	—	(135)0,7	NOpN
10311	*3F, 3B, 2F/B*	2,8		19	NOpN
		36	—	650	
10312	*4F, 2B, 2F/B*	36	—	720	NOpN
10313	*3F, 3B, 2F/B*	—	170	19	NOpN
10314	*3F, 3B, 2F/B*	—	170	19	NOpN
10410	*7F, 3B*	1,4	—	30	NP
10411	*7F, 3B*	6	—	480	NP
10412	*9F, 1B*	1,4	—	30	NP
10413	*8F, 2B*	1,4	—	30	NP
10414	*6F, 4B*	1,4	—	30	NP
10415	*7F, 3B*	0,55	—	4	NP
10450	*7F, 3B*	14 (50 Hz)	—	770	ZmP
10451	*7F, 3B*	—	140	16	ZmP
10452	*7F, 3B*	—	800	0,7	ZmP
10453	*7F, 3B*	220~	—	12300	ZmP
10454	*7F, 3B*	110~	—	2800	ZmP
10455	*1F, B, 1F/B*	—	72	15	ZmP
10456	*7F, 3B*	24	—	105	ZmP
10457	*7F, 3B*	12	—	26	ZmP
10458	*7F, 3B*	—	3,2	0,04	ZmP
10459	*7F, 3B*	56	—	17000	ZmP
10460	*5F, 5B*	—	200	12,7	ZmP

1	2	3	4	5	6
JRK 10461	*7F, 3B*	—	1,1	0,31	NP
10462	*5F, 5B*	—	800	0,76	NP
10463	*6F, 4B*	110	—	2800	SpP
10464	*5F, 2B, 2F/B*	24	—	2000	SpP
10465	*7F, 3B*	—	1500	0,1	SpP
10466	*3F, 3B, 2F/B*	220~	—	12500	SpP
10470	*7F, 3B*	1,4	—	30	SpP
10472	*9F, 1B*	1,4	—	30	SpP
10473	*9F, 1B*	1,4	—	30	SpP
10474	*5F, 5B*	1,4	—	30	SpP
10475	*4F, 2B, 2F/B*	18	—	950	SpP
10610	*7F, 3B*	24	—	4000	SpN
10611	*7F, 3B*	12	—	1120	SpN
10612	*1F, 6F/B*	12	—	700	SpN
10613	*8F, 2B*	12	—	150	SpN
10614	*1F, 1B, 5F/B*	12	—	560	SpN
10810	*3F, 3B, 2F/B*	24	—	240 (460)	RN
10811	*3F, 2B, 3F/B*	12	—	39(180)	RN
10812	*8F, 1B*	24	—	240(460)	RN
10813	*7F, 2B*	24	—	240(460)	RN
10814	*3F, 3B, 2F/B*	20(15)	—	250(120)	RN
10815	*8F, 1B*	12	—	180	RN
10816	*1F, 6F/B*	12	—	60	RN
10817	*2F, 4B, 2F/B*	24	—	460	RN
11110	*16F, 6B*	24(12)	—	2240(560)	NPN
11111	*18F, 4B*	24(12)	—	2240(560)	NPN
11112	*12F, 10B*	24(12)	—	1320(330)	NPN
11113	*20F, 2B*	24(12)	—	2240(560)	NPN
11470	*18F, 4B*	2,4	—	30	NP
11610	*18F, 4B*	24(12)	—	2240(560)	SpPN
11611	*16F, 6B*	24(12)	—	2240(560)	SpPN
11612	*18F, 4B*	12	—	150	SpPN
11810	*20F, 2B*	24	—	98(360)	RN
11811	*16F, 6B*	24	—	98(360)	RN
11812	*18F, 4B*	24	—	98(360)	RN
11813	*12F, 10B*	24	—	98(360)	RN
11814	*10F, 9B, 2F/B*	24	—	360	RN
11815	*8F, 8B, 4F/B*	24	—	490	RN
20101	*5AF, 4AB*	—	155	5	Op 170 ms
20102	*6AF, 3AB*	24	—	580	Op 170 ms
20103	*8AF, 3AB*	24	—	4000	Op 170 ms
20105	*6AF, 3AB*	24	—	2000	Op 170 ms
20301	*5F/B, 1AF*	24	—	980	Op 170 ms
20302	*5F/B, 1AF*	24	—	1040	Op 170 ms

* Skróty podane w rubryce uwagi mają następujące znaczenie:

NN — Przekaźniki neutralne na prąd stały — niepomiarowe
NOpN — Przekaźniki neutralne z opóźnionym działaniem — niepomiarowe
NP — Przekaźniki neutralne na prąd stały — pomiarowe
ZmP — Przekaźniki neutralne z prostownikiem na prąd zmienny — pomiarowe
SpP — Przekaźniki spolaryzowane — pomiarowe
SpN — Przekaźniki spolaryzowane — niepomiarowe
RN — Przekaźniki remanentowe — niepomiarowe
NPN — Przekaźniki neutralne na prąd stały z możliwością przełączania uzwojeń — niepomiarowe
SpPN — Przekaźniki spolaryzowane z możliwością przełączania uzwojeń — niepomiarowe
Op — Przekaźniki z opóźnionym zwalnianiem minimum 150 milisekund
ZmNN — Przekaźniki na prąd zmienny neutralne z prostownikiem — niepomiarowe

Tablica I-10

Wymiary i ciężar przekaźników JRK

Rodzaj przekaźnika	Wysokość [mm]	Długość [mm]	Szerokość [mm]	Ciężar [kG]
JRK 10	250	170	62	3,6
JRK 11	250	170	125	6,6
JRK 12	525	170	125	9,2

Przekaźnik typu RK

Odmianą przekaźnika typu JRK jest wykonywany przez ZWUS własnej konstrukcji przekaźnik typu RK. Różni się on od przekaźnika typu JRK pewnymi szczegółami uzwojenia, którego cewki są przystosowane do odpowiednich obwodów zależnościowych. Z tego też względu każdorazowe dobranie

Tablica I-11

Przekaźniki RK

Oznaczenie	Układ zestyków	Wartość znamionowa			Uwagi
		napięcia [V]	prądu [mA]	oporności [Ω]	
RK 10101	*1F, 6F/B*	110	—	10000	NN*
10102	*8F/2B*	110	—	10000	NN
10103	*7F/3B*	110	—	10000	NN
10104	*6F, 3B*	220	—	20500	NN
10105	*6F, 3B*	220	—	20500	NN
10201	*9F, 1B*	24	—	4000	NN
10311	*3F, 3B, 2F/B*	2,8	—	4	NOpN
10410	*7F, 3B*	24	—	4000	NP
10460	*4F, 4B, 1F/B*	—	220	12,7	ZmP
10814	*6F, 3B*	15	—	120	RN
11201	*20F, 2B*	24~	—	2240	ZmNN
20101	*5F, 4B*	—	160	5	NN
20102	*6F, 3B*	24	—	580	NN
20103	*8F, 2B*	24	—	4000	NN
20104	*6F, 3B*	24	—	55	NN
20105	*6F, 3B*	24	—	2000	NN
20301	*1F, 5F/B*	24	—	980	NOpN
20302/A	*1F, 5F/B*	24	—	1040	NOpN
20302	*1F, 6F/B*	24	—	280	NOpN
20303	*2F, 2B, 4F/B*	24	—	280	NOpN

* Uwaga: Oznaczenia skrótów są takie same, jak w tablicy I-9.

odpowiedniego uzwojenia cewki będzie dokonane w zależności od prądu lub napięcia potrzebnego do zasilania danego obwodu.

Przekaźniki typu RK są wykonywane również w wielu odmianach, tak jak przekaźniki JRK.

Dane techniczne przekaźników RK są podane w tablicy I-11.

4. Przekaźniki pomocnicze małogabarytowe i typu teletechnicznego

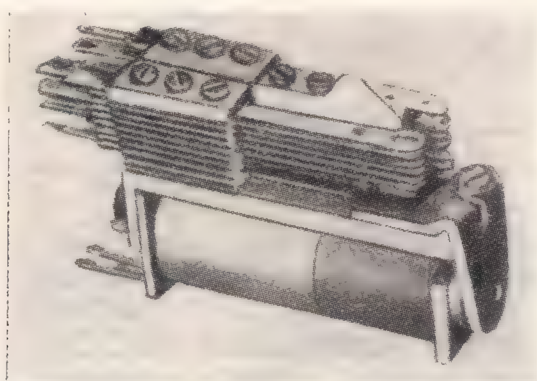
Przekaźniki typu teletechnicznego zalicza się do przekaźników przystosowanych do wykonywania pomocniczych czynności związanych z bezpieczeństwem ruchu kolejowego. Usterki w działaniu tych przekaźników mogą spowodować zakłócenia w ruchu pociągów, ale nie zagrażają jego bezpieczeństwu.

Przekaźniki elektromagnetyczne typu teletechnicznego stosowane są zazwyczaj w obwodach pomocniczych urządzeń zabezpieczenia ruchu pociągów, zwłaszcza w obwodach sterujących wskaźnikami świetlnymi. W przekaźnikach tych występuje wyraźnie działanie sprężyn stykowych, pod wpływem których kotwica zostaje zwolniona po przerwaniu zasilania uzwojenia przekaźnika.

W urządzeniach przekaźnikowych są stosowane różne typy przekaźników teletechnicznych wytwórni zagranicznych; w Polsce produkuje się tylko kilka typów przekaźników, mianowicie: B 1, KDR i RL 2. Z przekaźników pochodzenia zagranicznego na uwagę zasługuje przekaźnik typu K 50, stosowany w urządzeniach blokowych nastawnic przekaźnikowych.

a. Przekaźnik typu B1

Przekaźnik tego typu (rys. I-41 i I-42) jest przekaźnikiem elektromagnetycznym neutralnym o małej mocy. Działanie jego jest niezależne od kierunku prądu płynącego w uzwojeniu.

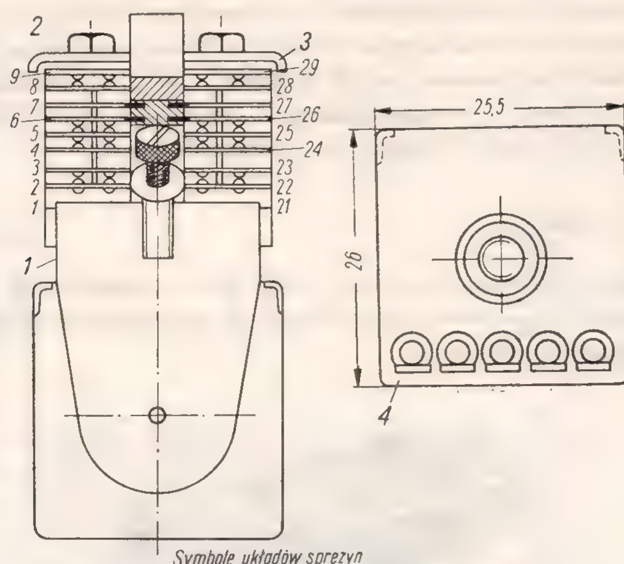


Rys. I-41. Ogólny widok przekaźnika typu pomocniczego B1

Części przekaźnika typu B 1 są następujące:

— jarzmo wykonane z płaskownika wygiętego w kształcie litery *L*; koniec czołowy jarzma ma kształt ostrza;
— kotwica z odpowiednio wygiętego płaskownika, zawieszona na ostrzu jarzma; przytrzymuje ją śruba wkręcona w jarzmo i dociskana sprężynką; osadzona na kotwicy przekładka antymagnetyczna ma grubość 0,1; 0,3 lub 0,5 mm, zależnie od potrzeby;
— rdzeń wykonany z pręta okrągłego;
— płytka izolacyjna przymocowana 2 nitami do kotwicy, poruszająca stykami;
— płytka stalowa z przymocowanymi zespołami zestyków;
— cewka o oporności od ułamka do 30 000 Ω, zakończona 2 końcówkami do przewodów;

— zespoły zestyków, w których największa liczba sprężyn stykowych wynosi 18, a nacisk styków waha się od 15 do 21 G; sprężyny stykowe (rys. I-43) są wykonane z blachy nowosrebrnej lub krzemobrązowej i mają po 2 dwustronnie rozmieszczone styczki ze srebra lub platyny; sprężyny stykowe nieruchome są rozcięte na końcach, ruchome zaś — nie są rozcięte;



Symbole układów sprężyn

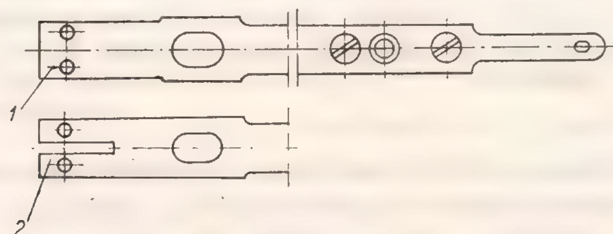
Nazwa układu	Oznaczenie	Symbol
Układ włączający	1	
Układ rozłączający	2	
Układ przełączający	3	
Układ przełączający pod prądem	9	

Rys. I-42. Konstrukcja przekaźnika pomocniczego typu B1

1 — kotwica, *2* — lewy zespół sprężyn stykowych (od nr *1* do nr *9*), *3* — prawy zespół sprężyn stykowych (od nr *21* do nr *29*) *4* — cewka

— przekładki izolacyjne, między którymi osadzone są ruchome i nieruchome sprężyny stykowe; przewody łączące są przylutowane do końcówek lutowniczych.

Tablica I-12 podaje niektóre typy przekaźników B 1.



Rys. I-43. Sprężyny stykowe przekaźnika pomocniczego typu B1

1 — sprężyna zestyku ruchomego, *2* — sprężyna zestyku nieruchomego

Tablica I-12

Najczęściej stosowane przekaźniki B1

Oznaczenie	Układ zestyków	Nominalna wartość napięcia [V]	Nominalna wartość prądu [mA]	Oporność [Ω]	Opóźnione zwalnianie przekaźników
20204	*2F/B 5F*	24	—	220,0 (53)	60 ms
	2F/B 2F 2B	—	170	10,8	
20019	*3F/B 3F 3B*	24	—	103,0	60 ms
20205	*2F/B 3F 1B 1B/F*	24	—	200,0 (53)	120 ms
	2F/B 2F 1B	24	—	380,0	
	2F/B 2F	—	170	10,3	60 ms
	2F/B 2F 2B	—	170	10,3	60 ms
20020	*6F/B*	24	—	206,0	
20206	*6F/B*	—	300	5,94	

Tablica I-13

Czasy działania przekaźników B1

Rodzaj przekaźnika	Czas przyciągania [s]	Czas zwalniania [s]
Normalny	0,015÷0,025	0,008÷0,015
Szybkodziałający	0,005÷0,010	do 0,008
Szybkodziałający z rdzeniem ze stopu żelaza z niklem	0,002÷0,003	do 0,008
Z opóźnionym działaniem	0,1÷0,15	0,4÷0,6

Czasy działania przekaźników typu B 1 podaje tablica I-13. Moc przekaźnika typu B 1 wynosi od 3 do 5 watów; może on być wyposażony w cztery układy zestyków (rys. I-42).

Przekaźnik typu B 1 znajduje coraz szersze zastosowanie dzięki nowoczesnej konstrukcji i stosunkowo niewielkiej oporności obwodu magnetycznego.

b. Przekaźnik typu KDR

Przekaźniki typu KDR są przekaźnikami elektromagnetycznymi na prąd stały lub zmienny. Są one stosowane w układach impulsujących w elektrycznych urządzeniach zrk, zwłaszcza w nastawnicach półblokowych typu PB, w urządzeniach kodowej samoczynnej blokady liniowej, w układach dyspozytorskich urządzeń nastawczych i w innych obwodach.

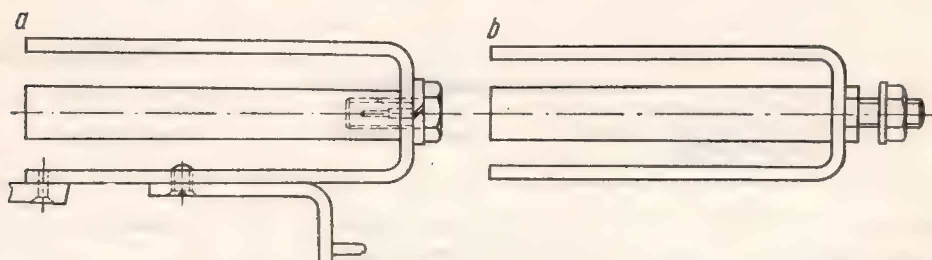
Konstrukcja przekaźników typu KDR jest zbliżona do konstrukcji innych przekaźników teletechnicznych, zwłaszcza pod względem układu obwodu magnetycznego. Zaletą tych przekaźników są małe wymiary w porównaniu z przekaźnikami JRB i JRK oraz — w przypadku zastosowania ich jako przekaźników wtykowych — możliwość szybkiej wymiany w razie konieczności zastąpienia uszkodzonego przekaźnika. Wadą natomiast jest ich stosunkowo duża moc (od 1 do 5 W), jaka musi być doprowadzona do uzwojenia w celu

uruchomienia kotwicy przekaźnika, oraz wyposażenie tylko w niezależne prowadzenie styków.

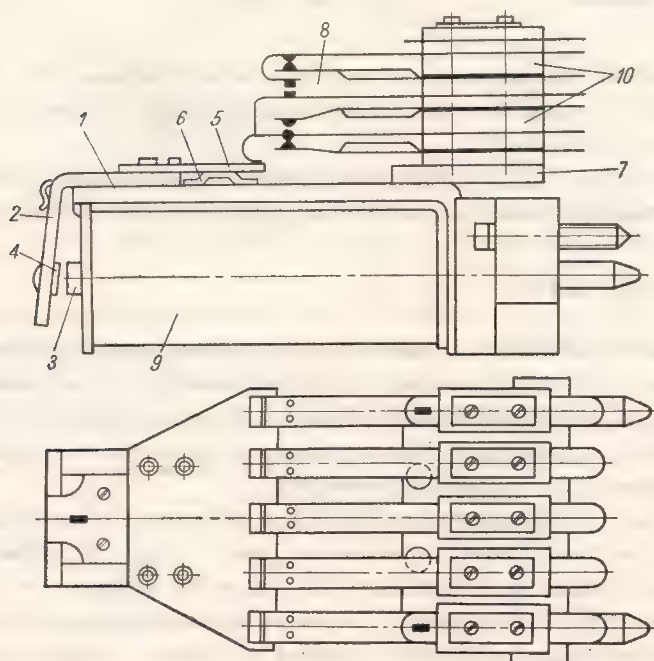
Przekaźniki typu KDR są budowane na napięcie znamionowe 12 i 24 V. Przekaźniki typu KDR mają przewody przylutowane do końcówek stanowiących przedłużenie sprężyn stykowych. Mogą one być wykonane także jako przekaźniki wtykowe dzięki zastosowaniu dodatkowej konstrukcji.

Przekaźniki typu KDR w zasadzie nie są obudowane, gdyż instaluje się je w pomieszczeniach zamkniętych. Przekaźniki umieszcza się na stojaku za pomocą kątownika przymocowanego do dolnego ramienia jarzma (rys. I-44) lub za pomocą nagwintowanego wystającego rdzenia i nakrętek (rys. I-44b).

Przekaźniki typu KDR (rys. I-45) składają się z takich samych głównych części co przekaźniki typu teletechnicznego.



Rys. I-44. Sposoby umocowywania przekaźnika typu KDR na stojaku
a — za pomocą kątownika, *b* — za pomocą nakrętki



Rys. I-45. Konstrukcja przekaźnika typu KDR 1
1 — jarzmo, *2* — kotwica, *3* — rdzeń, *4* — przekładka antymagnetyczna, *5* — płytka izolacyjna, *6* — płytka oporowa, *7* — płytka stalowa, *8* — zestyki, *9* — cewka, *10* — przekładki izolacyjne

W przekaźnikach typu KDR jarzmo stanowi płaskownik wygięty w kształcie litery *L* lub *U*. Kotwica, wykonana także z płaskownika, jest zagięta pod kątem rozwartym nieco większym od kąta 90°. Rdzeń przekaźnika jest wykonany z pręta okrągłego o średnicy od 12 do 16 mm. Płytka oporowa ograniczająca skok kotwicy jest wykonana z brązu. Płytka izolacyjna przymocowana do kotwicy przekaźnika steruje zestykami. Wnitowana w kotwicę przekładka antymagnetyczna może mieć grubość od 0,05 do 0,2 mm.

W przekaźnikach KDR 1 i KDR 2 zwisające końce kotwic są zaokrąglone, a w pozostałych odmianach przekaźnika typu KDR zakończenia kotwic mają kształt prosty.

Podobnie jak w przekaźnikach typu B 1, zestyki przekaźnika typu KDR mogą być wykonane jako zwierne, rozwierne, przełączne i przełączne pod prądem. Nacisk styków wynosi od 20 do 25 G.

Styki włączone w obwód prądu stałego mogą przerywać prąd o mocy 80 W, a w obwodach prądu zmiennego — do 400 W. Gdy prąd przerywany płynie przez odbiornik z obciążeniem indukcyjnym, wówczas moc przerywana może wynosić około 300 W.

Wytwórnie produkują kilka odmian przekaźnika typu KDR, które różnią się układem obwodu magnetycznego, liczbą zestyków, ich rozmieszczeniem na płytce stalowej przekaźnika oraz opornością cewek uzwojenia; są one oznaczane numerami od KDR 1 do KDR 6.

Przekaźnik typu KDR 1 (rys. I-45), mający jarzmo wygięte w kształcie litery *L*, jest stosowany w obwodach zdalnego sterowania (ZS).

Kadłub cewki jest wykonany z bakelitu lub prasowanego nasyconego papieru (preszpanu). Przekładka antymagnetyczna reguluje wielkość szczeliny głównej, która wynosi 0,2 mm.

Skok kotwicy wynosi 2,4 mm, czas przyciągania — od 0,015 do 0,045 s, czas zaś zwalniania kotwicy — około 0,030 s. Po wyłączeniu prądu zasilającego cewkę przekaźnika kotwica wraca do swego położenia zasadniczego pod działaniem nacisku sprężyn stykowych.

Przekaźnik typu KDR 2 szybkodziałający jest przekaźnikiem o zwiększonej czułości; często jest on stosowany jako przekaźnik liniowy. Przekaźnik ten ma tylko 1 zestyk.

Jarzmo jego oraz reszta konstrukcji są podobne do przekaźnika typu KDR 1. Różnicę stanowi wydłużona płytka izolacyjna sterująca zestykami oraz cofnięty do tyłu zespół zestyków, wskutek czego przekaźnik KDR 2 został wydłużony; wydłużenie płytki izolacyjnej przyspiesza łączenie styków. Wielkość szczeliny głównej wynosi 0,2 mm, a skok kotwicy — 1,2 mm.

Przekaźnik typu KDR 3 ma jarzmo w kształcie litery *U*. Kotwica bez przekładki antymagnetycznej, odpowiednio wygięta z płaskownika, opiera się swoim wydłużonym końcem o dolne ramię jarzma. Przekaźnik ten jest przekaźnikiem o opóźnionym czasie zwalniania kotwicy, co uzyskano przez

zastosowanie rozgałęzionego obwodu magnetycznego. W tym celu na rdzeń przekaźnika nakłada się pierścienie lub tuleję miedzianą.

Dolne ramię jarzma jest tak wykonane, że oparta o nie kotwica w stanie przyciągniętym jest oddalona od rdzenia o 0,05 mm; skok kotwicy wynosi 2,4 mm.

W niektórych przekaźnikach cewka jest nawinięta na miedzianym kadłubie; wówczas do oznaczenia przekaźnika dodaje się dodatkowo literę M, np. KDR 3M.

Czas przyciągania kotwicy wynosi od 0,03 do 0,1 s, a czas zwalniania — od 0,015 do 0,7 s.

Przekaźnik typu KDR 4, o charakterystyce podobnej do przekaźnika KDR 3, ma również jarzmo w kształcie litery U i cewkę nawiniętą na miedzianą tulejkę. Ponadto przekaźnik ma obwód magnetyczny rozgałęziony wskutek zastosowania miedzianej tulei lub miedzianych pierścieni, co ma na celu przedłużenie czasu zwalniania kotwicy.

Przekaźnik typu KDR 5 jest także przekaźnikiem o opóźnionym działaniu, a jego konstrukcja jest podobna do konstrukcji przekaźnika KDR 3. Różnica polega na wydłużeniu rdzenia i jarzma, wskutek czego można na rdzeniu osadzić więcej pierścieni i uzyskać dłuższe czasy opóźnienia działania przekaźnika. Cewka jest nawinięta na miedzianą tulejkę, co łącznie z miedzianymi pierścieniami daje właściwe opóźnienie działania przekaźnika.

Najmniejsza wielkość szczeliny głównej wynosi 0,15 mm. Zamiast przekładki antymagnetycznej przekaźnik ma wykonany z brązu płaskownik antymagnetyczny, przymocowany do dolnego ramienia jarzma.

Przekaźnik typu KDR 6 ma konstrukcję podobną do konstrukcji przekaźnika KDR 4, lecz zamiast przekładki antymagnetycznej, podobnie jak przekaźnik KDR 5, ma płaskownik antymagnetyczny przymocowany do dolnego ramienia jarzma. Płaskownik antymagnetyczny pozwala na regulowanie wielkości szczeliny głównej. Szczelina ta wynosi około 0,08 mm, a skok kotwicy — 2,4 mm.

Skrócona cewka — przy zachowaniu długości rdzenia — pozwala na nałożenie większej liczby pierścieni miedzianych, co umożliwia osiągnięcie dużych czasów opóźnienia w działaniu przekaźnika.

W tablicy I-14 są podane niektóre wielkości techniczne przekaźników typu KDR.

Zestyki

Zespoły zestyków przekaźników typu KDR są zmontowane na górnej części jarzma, za pośrednictwem stalowej płytki. Przekaźnik może być wyposażony w 1 do 5 poziomych zespołów zestyków. Zarówno styki ruchome jak i nieruchome mają po 2 srebrne styczki. Styki nieruchome są na końcu rozcięte dla uzyskania lepszego zwarcia ze styczkami styków ruchomych.

Każdy zestyk tworzy odpowiednią grupę. Rozróżniamy 10 grup zestykowych (rys. I-46).

Tablica I-14

Niektóre wielkości techniczne przekaźników KDR

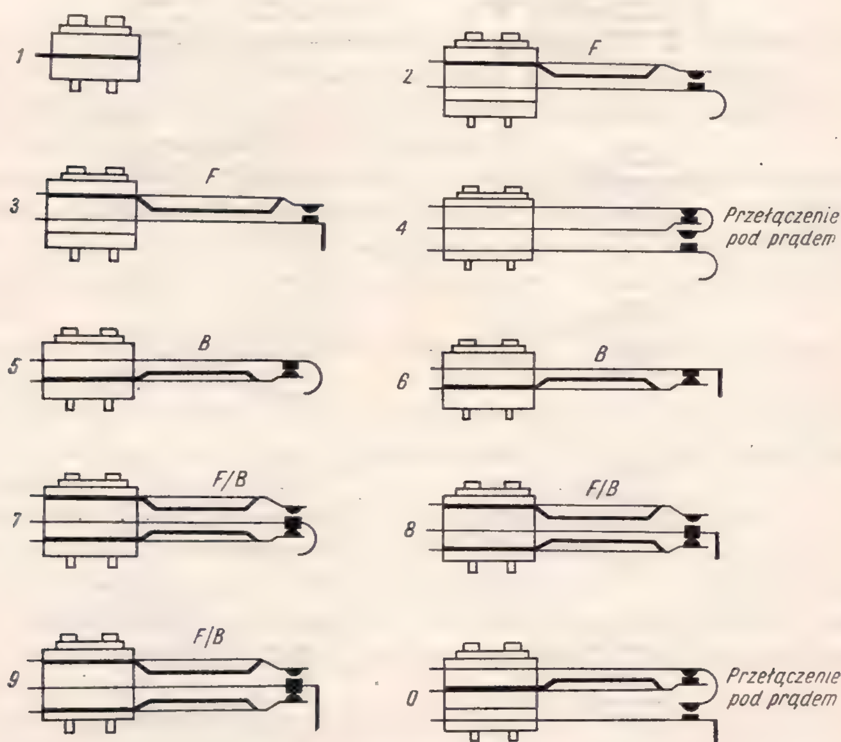
Oznaczenie	Napięcie robocze [V]	Potrzebna moc [W]	Opóźnienie przyciągania [ms]	Opóźnienie opadania [ms]	Wymiary [mm]	Ciężar około [kG]
KDR 1	6 do 220	1 do 3	25 do 140	16 do 30	115×54×75	0,45
KDR 1M	6 do 220	1 do 3	30 do 180	120 do 80	115×54×75	0,50
KDR 2	6 do 220	1 do 3	15 do 75	110 do 30	115×32×75	0,40
KDR T	6 do 220	1 do 3	15 do 75	110 do 30	120×38×66	0,40
UKDR 1	6 do 220	1 do 3	25 do 140	16 do 13	156×55×125	0,95
KDR 3M	6 do 220	1 do 3	45 do 180	500 do 170	115×54×80	0,60
KDR 5M	6 do 220	1 do 4,8	25 do 120	900 do 340	140×54×85	1,00
UKDR 3M	6 do 220	1 do 3	45 do 180	500 do 170	156×55×125	1,05
KDR 6M	6 do 220	2 do 3,5	100 do 320	1200 do 600	140×54×85	1,00

Uwaga: litera U przed oznaczeniem przekaźnika KDR oznacza umieszczenie go w specjalnej obudowie.

Grupa *1*, stanowiąca tylko końcówki lutownicze, służy do wyprowadzania i przylutowania końców uzwojenia cewek przekaźnika.

Grupy *2* i *3* odpowiadają kompletowi zestyków zwiernych *F*.

Grupy *4* i *0* nazywają się zestykami przełącznymi pod prądem i umożliwiają otwarcie styków rozwiernych *B*, po uprzednim zwarciu styków zwiernych *F*.



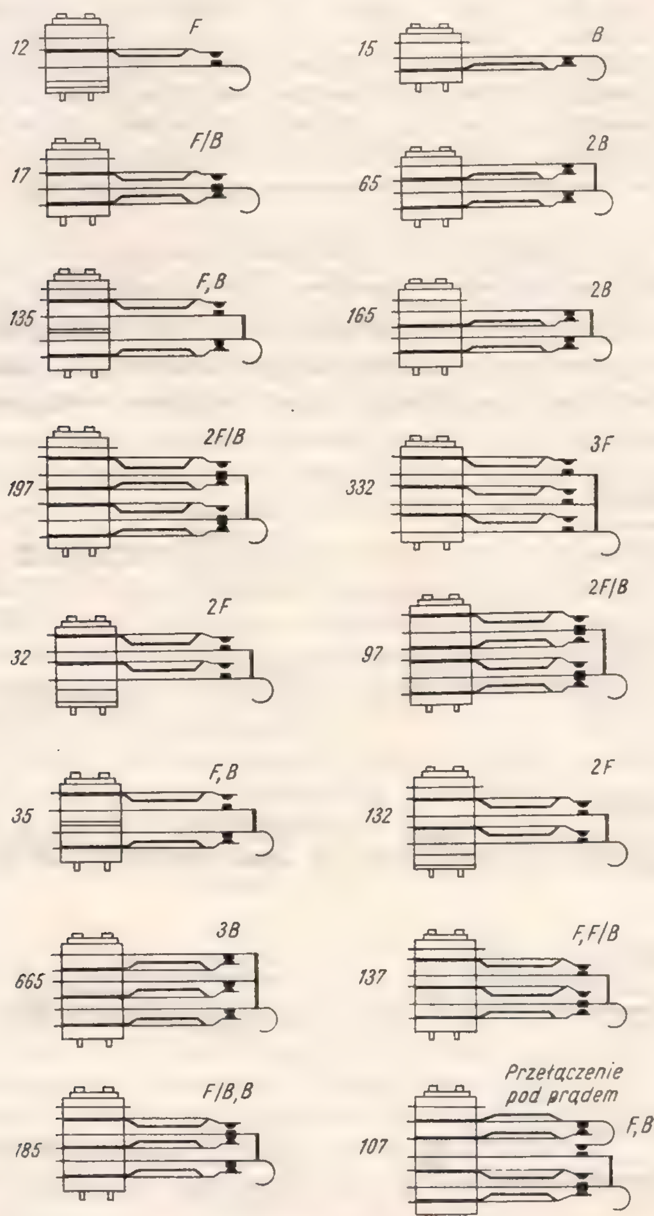
Rys. I-46. Grupy zestyków przekaźników typu KDR

G r u p y *5* i *6* stanowią komplety zestyków rozwiernych *B*.

G r u p y *7*, *8* i *9* tworzą komplety zestyków przełącznych *F/B*, tj. przełączających zestyki z jednoczesnym otwarciem zestyku rozwiernego *B* i zamknięciem zestyku zwiernego *F*.

Zwykle zestyki grupy *2*, *4*, *5* i *7* są umieszczane bezpośrednio nad kotwicą przekaźnika, natomiast grupy *3*, *6*, *8*, *9* i *0* nad innymi grupami zestyków.

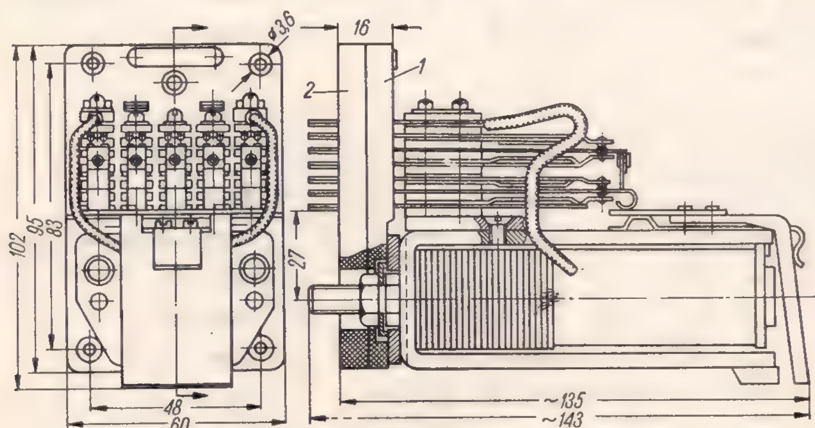
Grupy *4* i *0* są umieszczane zwykle w zespole jako drugie lub trzecie od góry.



Rys. I-47. Układy grup zestyków przekaźników typu KDR

Poszczególne zespoły zestyków składają się z oddzielnych grup zestyków, przy czym żaden zespół zestyków nie może zawierać więcej niż 7 styków (sprężyn stykowych); są one ułożone jeden nad drugim.

Zespoły mają oznaczenia złożone z 2, 3 lub 4 cyfr, zgodnie z układem grup zestyków, jak to uwidoczniono na rysunku I-47. Oznaczenia te liczą się od górnego zestyku w dół.



Rys. I-48. Przekaźnik wtykowy typu KDR
1 — płytka zaciskowa, *2* — płyta podstawowa

Poszczególne sprężyny są równomiernie rozmieszczone w zespołach przekaźnika, dzięki czemu zapewnia się równowagę działających nacisków.

Zespoły sprężyn stykowych (styki ruchome i nieruchome) mogą być wykonane według 30 różnych układów (tablica I-15).

Sprężyny stykowe o grubości około 0,35 mm są wykonane z fosforobrązu lub alubrązu; dla uzyskania odpowiedniej sprężystości poddane są specjalnej obróbce cieplnej. Dla zapobieżenia nadmiernym drganiom (wibracji) do sprężyn nieruchomych dodaje się specjalne sprężyny, tzw. dodatkowe sprężyny dociskowe.

Oporność nowych styczek wynosi około 0,03 Ω; w stykach zwiernych nie powinna ona ulegać zmianie.

Oporność izolacji mierzona między częściami przewodzącymi prąd a kadłubem przekaźnika nie powinna być mniejsza niż 100 MΩ przy napięciu probierczym 500 V.

Opóźnienie przyciągania kotwicy można także uzyskać przez zbocznikowanie uzwojenia kondensatora, gdy przekaźnik pracuje na prąd stały.

Każdy przekaźnik typu KDR — po przystosowaniu — może być użyty jako przekaźnik wtykowy. W tym celu wyposaża się go w odpowiednio dopasowaną płytkę zaciskową z gniazdkami dostosowanymi do wtyków płyty podstawowej na stojaku (rys. I-48).

Ciężar przekaźników KDR waha się w granicach od 0,5 do 1,2 kG, np. ciężar przekaźnika KDR 1 wynosi 0,5 kG, KDR 3 — 0,6 kG, a KDR 5 — 1 kG.

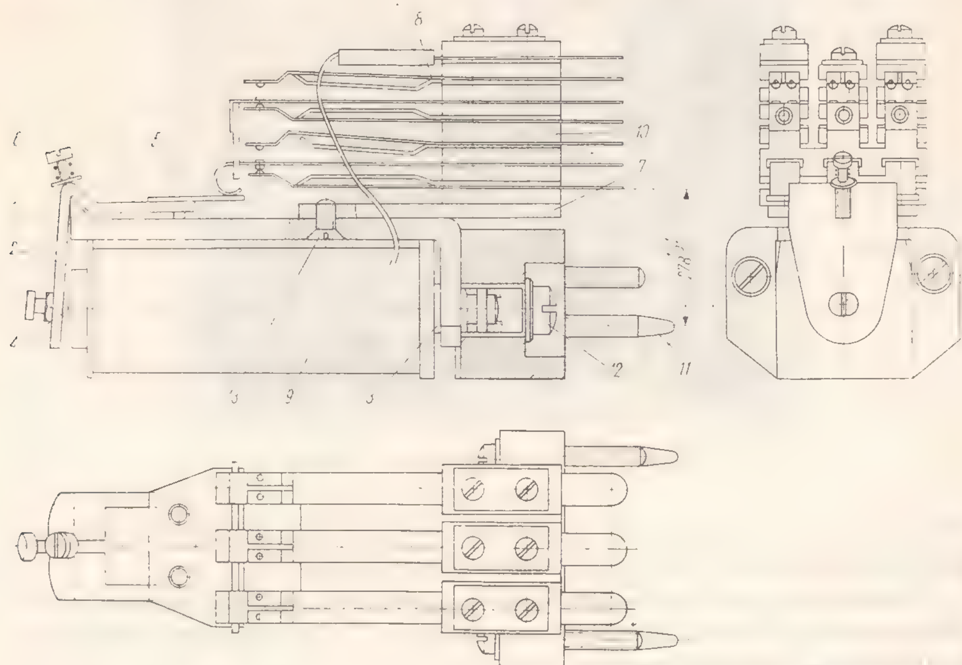
Układy zespołów stykowych i rodzaje styków w przekaźnikach typu KDR

Nr znormalizowanego zespołu sprężyn przełączających	Rozmieszczenie grup stykowych (widok od strony kotwicy)	Rodzaj i liczba styków
01	1— 7— 1	1F/B
02	17— 17	2F/B
03	12— 7— 12	1F/B, 2F
04	15— 7— 15	1F/B, 2B
05	12— 65— 12	2F, 2B
06	17— 7— 17	3F/B
07	17— 4— 17	2F/B 1 przełączny pod prądem
08	17— 32— 17	2F/B, 2F
09	17— 65— 17	2F/B, 2B
10	17— 97— 17	4F/B
11	132— 35—132	5F, 1B
12	14— 97— 14	2F/B 2 przełączne pod prądem
13	135— 32—135	4F, 2B
14	135— 35—135	3F, 3B
15	132— 97—132	2F/B, 4F
16	137— 5—137	2F/B—2F, 1B
17	165— 97—165	2F/B, 4B
18	185— 2—185	2F/B—1F, 2B
19	165— 32— 32—165	4F, 4B
20	17— 97— 97— 17	6F/B
21	14— 97— 97— 14	4F/B, 2 przełączne pod prądem
22	132— 97— 97—132	4F/B, 4F
23	165— 97— 97—165	4F/B, 4B
24	135— 35— 35— 35—135	5F, 5B
25	17— 97— 97— 97— 17	8F/B
26	197—332—332—197	4F/B, 6F
27	197—665—665—197	4F/B, 6B
28	197— 97— 97— 97—197	10F/B
29	107—665—332—665—107	2F/B—3F, 6B, 2 przełączne pod prądem
30	107—332—665—332—107	2F/B—6F, 3B, 2 przełączne pod prądem

c. Przekaźnik typu RL 2

Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa opracował przekaźnik typu teletechnicznego otwartego RL 2 (rys. I-49), który jest przekaźnikiem elektromagnetycznym neutralnym (obojętnym) o małej mocy. Przekaźniki te wykonują Zakłady Wytwórcze Urządzeń Sygnalizacyjnych w Katowicach-Wełnowcu.

Pod względem konstrukcyjnym przekaźnik RL 2 jest zbliżony do przekaźnika B 1, przy czym rdzeń i jarzmo są dokładnie takie same, a zespoły



Rys. I-49. Konstrukcja przekaźnika typu RL2 z końcówkami lutowniczymi
1 — jarzmo, *2* — kotwica, *3* — rdzeń, *4* — przekładka antymagnetyczna, *5* — płytka izolacyjna, *6* — śrubka przytrzymująca kotwicę, *7* — płytka stalowa pod zespoły zestyków, *8* — zespoły zestyków, *9* — cewka, *10* — przekładki izolacyjne, *11* — bolce prowadnicze, *12* — śruby mocujące, *13* — śruba łącząca jarzmo z płytką stalową

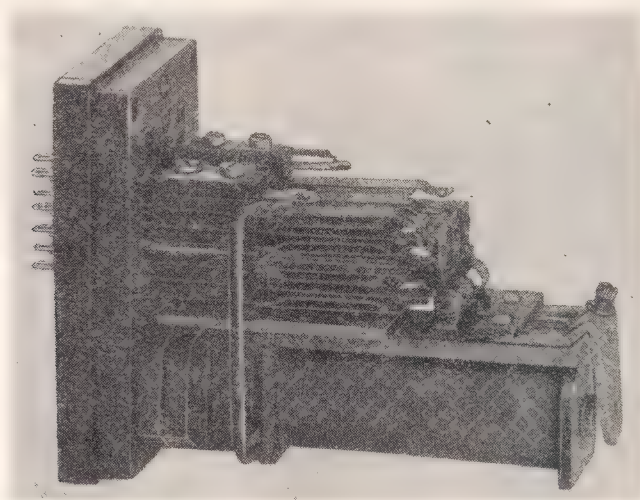
zestyków są podobne do zespołów stosowanych w przekaźnikach typu KDR. Kotwica ma większy kąt rozwarcia ramion oraz przedłużone ramię kierujące zestykami.

Przekaźnik RL 2 produkuje się obecnie w dwóch rozwiązaniach; jako przekaźnik niewymienny oraz w celu ułatwienia wymiany przekaźnika wskutek zaistniałych uszkodzeń jako przekaźnik wtykowy (rys. I-50).

Obwód magnetyczny, wykonany ze stopu żelaza z niklem, został zapożyczony od przekaźnika typu B 1. Przekaźnik RL 2 (rys. I-51) składa się z rdzenia *1*, jarzma *2* oraz ruchomej kotwicy *3*. Rdzeń i jarzmo zostały wykorzystane bez żadnych zmian w stosunku do przekaźnika B 1. Nawiercono tylko nowe otwory dla umocowania układów stykowych. W kotwicy zapożyczonej z przekaźnika B 1 powiększono kąt rozwarcia ramion oraz przedłużono poziome ramię kotwicy

sterujące zestykami przez przynitowanie płytki z tekstolitu, która bezpośrednio przełącza zestyki.

Jarzmo przekaźnika typu RL 2 jest wykonane z płaskownika wygiętego w kształcie litery *L*; czołowy koniec jest zakończony ostrzem. Kotwica zawieszona na ostrzu jarzma jest przytrzymywana śrubką wkręconą w jarzmo. Przekładka antymagnetyczna nie jest uregulowana na stałe i może być do-

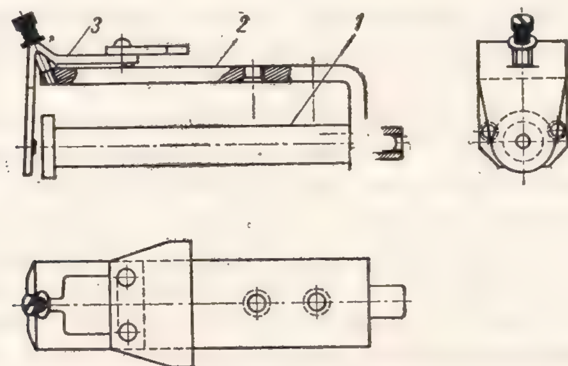


Rys. I-50. Widok ogólny wtykowego przekaźnika typu RL2

wolnie nastawiana oraz ustalana w tym położeniu jako śruba o regulowanej długości lub może być użyta jako nit o stałej długości.

Przekaźniki typu RL 2 o opóźnionym zwalnianiu lub przyciąganiu powodowanym miedzianymi tulejami mają kotwice z regulowanymi grubościami przekładek antymagnetycznych.

W przekaźnikach opóźnionych na zwalnianie lub przyciąganie oraz w przekaźnikach zainstalowanych w obwodach o dużej oporności jak również w ukła-



Rys. I-51. Obwód magnetyczny przekaźnika typu RL2

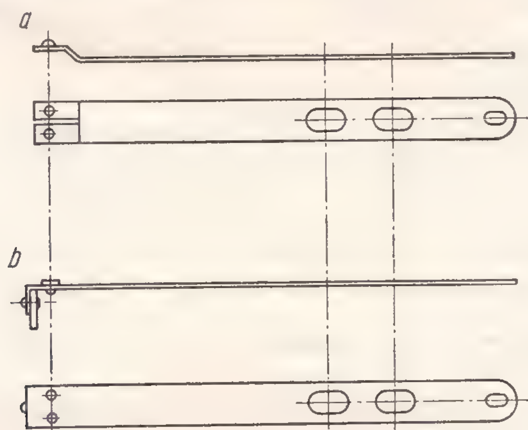
dach o bardzo zaostrzonych tolerancjach czasowych należy stosować kotwice z regulowaną grubością przekładki antymagnetycznej, wykonanej w kształcie śruby. We wszystkich innych przypadkach trzeba stosować kotwice o stałej długości sztyftu antymagnetycznego. Grubość przekładki antymagnetycznej musi być kontrolowana co jeden milion zadziałań przekaźnika.

Dla przekaźników opóźnionych na przyciąganie i zwalnianie umieszczamy tuleje z przodu cewki (przy kotwicy). W celu uzyskania opóźnienia tylko na zwalnianie tuleje umieszczamy z tyłu cewki.

Płytka izolacyjna sterująca stykami wykonana z tekstolitu jest przynitowana do kotwicy. Cewka, nawijana bezpośrednio na rdzeniu przekaźnika i zakończona 2 końcówkami lutowniczymi, może mieć oporność od 0,42 do 8800 Ω. Cewki mogą wypełniać całą długość rdzenia lub mieć tuleje miedziane opóźniające o typowych długościach 12,5 25 i 38 mm.

Przekaźnik może być wyposażony w 1 do 3 kolumn zestyków.

Zestyków może być najwyżej 8 w każdej kolumnie, przy czym w każdym zespole są po 2 zestyki przełączne. Nieruchome sprężyny stykowe są na końcach rozcięte (rys. I-52) i zaopatrzone w 2 sferyczne styczki srebrne, a sprężyny ruchome nie są rozcięte i mają dwustronne płaskie styczki srebrne. Sprężyny



Rys. I-52. Sprężyny stykowe przekaźnika RL2
a — sprężyna nieruchoma, *b* — sprężyna ruchoma

stykowe wykonane są z blachy krzemobrązowej lub nowosrebrnej. Nieruchome sprężyny stykowe mają dodatkowe sprężyny dociskowe, stanowiące ich wzmocnienie.

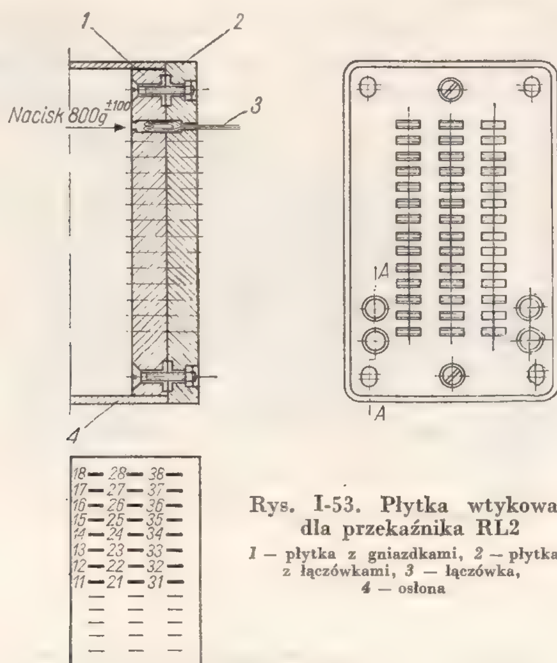
Sprężyna przełączna jest napędzana bezpośrednio przez ramię kotwicy lub przez niżej znajdującą się w tej samej kolumnie sprężynę przełączną.

Przekaźniki typu RL 2 są wykonywane jako przekaźniki wtykowe na napięcie nominalne 6, 12, 24, 48 i 110 V.

Przekaźniki RL 2 wtykowe są osłonięte szczelną obudową z przezroczystej masy plastycznej, co pozwala na stosowanie ich w szafach torowych. Przekaźniki te mają płytkę wtykową z bakelitu (rys. I-53) zaopatrzoną na tylnej

stronie w końcówki lutownicze odpowiednio ponumerowane. Przekaźnik jest przymocowany 2 śrubami mocującymi i ma 2 bolce prowadzące.

Przekaźnik RL 2 ma w stosunku do przekaźników teletechnicznych wzmocnione sprężyny stykowe (rys. I-52) i styczki oraz zwiększoną odległość między styczkami, co wpływa na łatwiejszą regulację zespołów stykowych oraz czyni je mniej podatnymi na zanieczyszczenia. Sprężyny stykowe oraz styczki były wzorowane na rozwiązaniach stosowanych w innych przekaźnikach zrk.



Rys. I-53. Płytka wtykowa dla przekaźnika RL2

1 — płytka z gniazdkami, *2* — płytka z łączówkami, *3* — łączówka, *4* — osłona

Typowe rodzaje zestyków dla przekaźnika RL 2 są przedstawione na rysunku I-54.

Dla umocowania na stojakach przekaźników wykonanych jako wtykowe. została przygotowana przez ZWUS bakelitowa płytka wtykowa, przedstawiona na rysunku I-53. Po stronie tylnej płytka ma końcówki lutownicze, ponumerowane zgodnie z numeracją sprężyn stykowych.

Czas przyciągania przekaźnika jest zależny od wzbudności przekaźnika, tj. amperozwojów (AZ), wzbudnościowego współczynnika zapasu na przyciąganie oraz od obciążenia zestykami. Czas zwalniania jest zależny od liczby przełączanych przez przekaźnik zestyków i wynosi:

— dla przyciągania od 0,016 do 0,045 s,

— dla zwalniania od 0,007 do 0,042 s.

Ciężar przekaźnika zależy od konstrukcji rdzenia i cewki oraz od układu zestyków i wynosi przeciętnie około 0,4 kG, a ciężar płytki bakelitowej — około 0,1 kG.

Charakterystykę kilkunastu przekaźników typu RL 2 podano w tablicy I-16.

Układem elektrycznym, powodującym opóźnienie zwalniania przekaźnika, jest włączenie kondensatora równolegle z cewką przekaźnika. W szereg z kondensatorem należy umieścić opornik *R* (rys. I-55), w celu zabezpieczenia zestyków włączających obwód przekaźnika. Zadaniem opornika *R* jest ograniczenie

Lp.	Nazwa	Symbol	Rysunek schematyczny
1	Zestyk przełączny	F/B	a
2	Zestyk przełączny	F/B	b
3	Zestyk przełączny pod prądem	B F	a
4	Zestyk przełączny pod prądem	B F	b
5	Zestyk włączający	F	a
6	Zestyk włączający	F	b
7	Zestyk wyłączający	B	a
8	Zestyk wyłączający	B	b

Rys. I-54
Typowe układy zestyków przekaźnika RL2

prądu ładowania kondensatora. Wielkość oporności opornika *R* przy napięciu 24 V powinna praktycznie wynosić 50 do 100 Ω. Wielkość pojemności kondensatora dobiera się w zależności od żądanego czasu opóźnienia. Wynosi ona od kilku do kilku tysięcy μF. Najlepiej jest stosować — jako kondensatory opóźniające — kondensatory elektrolityczne. Uzyskiwane czasy opóźnień za-

Przekaźniki RL2

Oznaczenie		Napięcie [V]	Natężenie [mA]	Oporność [Ω]	Układ zestyków
RL 20001	RL 21001	24		3560	*1F/B*
20002	21002	24		1800	*3F/B*
20003	21003	24		720	*6F/B*
20004	21004	24		560	*4F/B, 5F*
20005	21005	24		560	*2F/B, 6F*
20006	21006	24		720	*2F/B, 4F, 2B*
20007	21007	24		560	*2F/B, 3F, 1B, 1BF*
20008	21008	24		380	*3F/B*
20009	21009	24		880	*3F/B*
20010	21010	24		560	*6F/B*
20011	21011	24		380	*6F/B*
20012	21012	24		560	*2F/B, 4F, 2B*
20013	21013	24		380	*2F/B, 4F, 2B*
20014	21014	24		560	*3F/B*
20015	21015	24		380	*2F/B, 6F*
20016	21016	24		380	*4F/B*
20017	21017	24		560	*4F/B*
20018	21018	24		560	*4F/2B*
20019	21019	24		206	*3F/B, 3F, 3B*
20020	21020	24		206	*6F/B*
20101	21101		600	1	*3F/B*
20102	21102		600	0,5+0,5	*2F/B, 6F*
20103	21103	24		32,6	*1F/B*
20201	21201	24		260	*6F/B*
20202	21202	24		650	*4F/B*
20203	21203	24		260	*4F/B*
20204	21204	24		53	*2F/B, 5B*
20205	21205	24		53	*2F/B, 3F, 1B, 1BF*
20206	21206		300	5,94	*6F/B*
25001	27001	24		440	*6F/B*
25501	27501	24		380	*3F/B*
25502	27502	24		250	*2F/B*
25503	27503	24		380	*2F/B*
25504	27504	24		560	*2F*
25601	27601	24		380	*2F/B, 2F/B*

Uwaga

Przekaźniki neutralne na prąd stały — wykonanie normalne

wtykowe od nr 20001 do 20103
niewtykowe od nr 21001 do 21103

Przekaźniki neutralne z opóźnionym działaniem, na prąd stały — wykonanie normalne

wtykowe od nr 20201 do 20206
niewtykowe od nr 21201 do 21206

Przekaźniki na prąd stały — wykonanie specjalne

wtykowe od nr 23001 do 23101
niewtykowe od nr 24001 do 24101

Przekaźniki neutralne na prąd zmienny — wykonanie normalne

wtykowe od nr 25001
niewtykowe od nr 27001

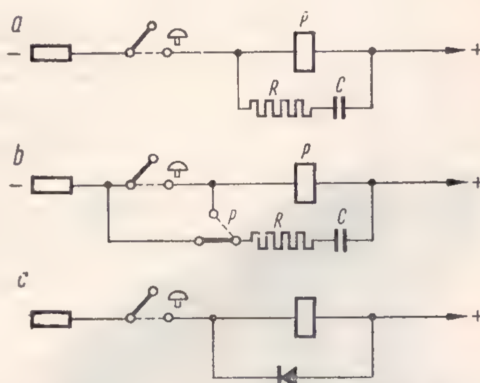
Przekaźniki na prąd zmienny — wykonanie specjalne

wtykowe od nr 25501 do 25601
niewtykowe od nr 27501 do 27601

warte są w granicach od kilkudziesięciu milisekund do kilkunastu sekund. Opisany układ powoduje również nieznaczne opóźnienie na przyciąganie kotwicy przekaźnika.

W układzie pokazanym na rysunku I-55b nie występuje opóźnienie na przyciąganie, bowiem przekaźnik własnym zestykiem włącza w obwód swojego uzwojenia naładowany uprzednio kondensator.

Innym sposobem uzyskania opóźnienia na zwalnianie jest układ z diodą bocznikującą uzwojenia przekaźnika (rys. I-55c).



Rys. I-55. Schematy układów opóźniających zwalnianie kotwicy przekaźnika

a — gałąź równoległa z opornikiem *R* i kondensatorem *C*, *b* — gałąź równoległa z opornikiem *R*, kondensatorem *C* i zestykiem przekaźnika *P*, *c* — gałąź równoległa z diodą bocznikującą uzwojenie przekaźnika

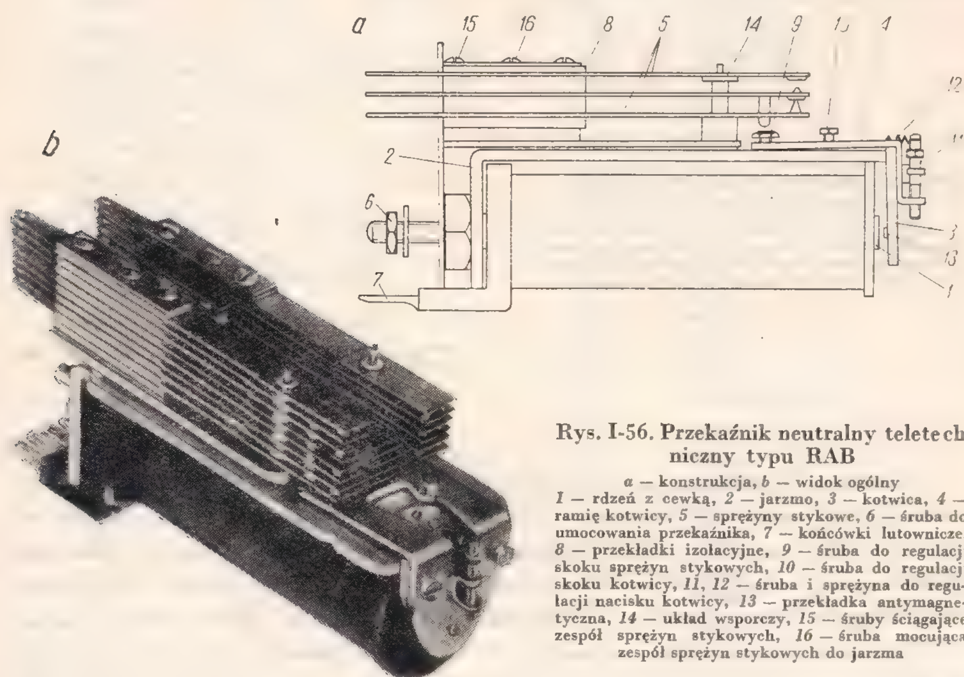
Kierunek przewodzenia diody powinien być przeciwny do kierunku przyłożonego napięcia na przekaźnik. Podczas wyłączenia przekaźnika z obwodu indukuje się na uzwojeniu przekaźnika siła elektromotoryczna o kierunku przeciwnym, niż uprzednio przyłożone napięcie. Dla powstałej SEM dioda bocznikująca jest włączona w kierunku przewodzenia. Mała oporność diody w kierunku przewodzenia powoduje zwarcie uzwojenia przekaźnika i pracuje podobnie jak tuleja miedziana. Układ ten umożliwia uzyskanie opóźnienia na zwalnianie kotwicy przekaźnika do 200 ms. Dla umożliwienia regulacji czasu opóźnienia można włączyć szeregowo z diodą opornik o oporności rzędu kilku do kilkunastu omów. W takim układzie jest stosowana dioda germanowa warstwowa DZG-4 produkcji krajowej.

Przekaźniki RL 2 są stosowane w kolejnictwie jako przekaźniki pomocnicze w układach samoczynnego nastawiania przebiegowego w systemie E, w obwodach sterujących i sygnalizacyjnych w systemie PB, w automatyzacji rozrządu na górkach rozrządowych, w urządzeniach samoczynnej sygnalizacji na przejazdach itp.

d. Przekaźnik typu RAB

Przekaźnik teletechniczny typu RAB (rys. I-56) składa się z takich samych części składowych, jak poznane już uprzednio inne przekaźniki typu teletechnicznego. Przekaźnik ten może mieć od 1 do 3 zespołów sprężyn stykowych, po 6 sprężyn stykowych w jednym zespole.

Rdzeń, kotwica i jarzmo stanowią obwód magnetyczny. Rdzeń jest wykonany z okrągłego pręta stalowego i przymocowany do krótszego ramienia jarzma nakrętką. Przedłużony rdzeń ma na końcu gwint, który umożliwia przykręcenie przekaźnika do stojaka lub innego urządzenia. Na rdzeniu nasadzona jest cewka przekaźnika, złożona często z trzech uzwojeń zakończonych na swych korpusach 6 końcówkami lutowniczymi. Kotwica jest zawieszona na dwóch trzpieniach przytwierdzonych do końca poziomego ramienia jarzma.



Rys. I-56. Przekaźnik neutralny teletechniczny typu RAB

a — konstrukcja, *b* — widok ogólny
1 — rdzeń z cewką, *2* — jarzmo, *3* — kotwica, *4* — ramię kotwicy, *5* — sprężyny stykowe, *6* — śruba do umocowania przekaźnika, *7* — końcówki lutownicze, *8* — przekładki izolacyjne, *9* — śruba do regulacji skoku sprężyn stykowych, *10* — śruba do regulacji skoku kotwicy, *11*, *12* — śruba i sprężyna do regulacji nacisku kotwicy, *13* — przekładka antymagnetyczna, *14* — układ wsporczy, *15* — śruby ściągające zespół sprężyn stykowych, *16* — śruba mocująca zespół sprężyn stykowych do jarzma

W przekaźniku tym istnieje możliwość regulacji skoku kotwicy, jak i skoku ruchomych sprężyn stykowych.

Zestyki mają srebrne styczki o obciążalności do 1 A; czas przyciągania dla przekaźników normalnych wynosi około 10÷20 ms, a czas zwalniania jest taki sam jak czas przyciągania.

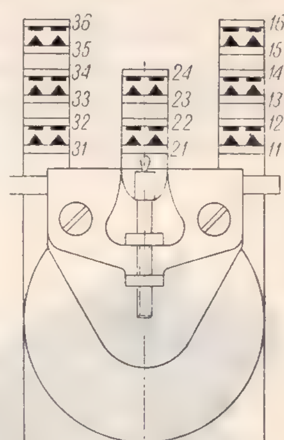
Przekaźnik typu RAB jest to przekaźnik elektromagnetyczny małej mocy, w obwodzie którego strumień magnetyczny pojawia się tylko w czasie przepływu prądu przez uzwojenie przekaźnika.

Oprócz przekaźników typu normalnego RAB spotyka się także przekaźniki z podtrzymaniem magnetycznym kotwicy.

Przekaźnik typu RAB z podtrzymaniem magnetycznym ma rdzeń ze stali. Gdy popłynie prąd przez uzwojenie przekaźnika, wówczas nastąpi jego wzbudzenie i przyciągnięcie kotwicy. Po przerwaniu obwodu prądu zasilającego kotwica przekaźnika zostanie przytrzymana przez namagnesowany rdzeń stalowy i pozostanie ona w stanie przyciągniętym do czasu przepuszczenia impulsu

prądu przez uzwojenie przekaźnika o przeciwnym kierunku. Rozmagnesowanie rdzenia stanie się przyczyną opadnięcia kotwicy, co spowoduje przejście przekaźnika w stan bierny.

Ten typ przekaźnika RAB znajduje zastosowanie w układach pamięciowych do powtarzania stanu elementów kontrolnych urządzeń zrk w centralnej stacji zdalnego sterowania systemu E. Zasada numeracji zestyków przekaźnika RAB jest pokazana na rysunku I-57.



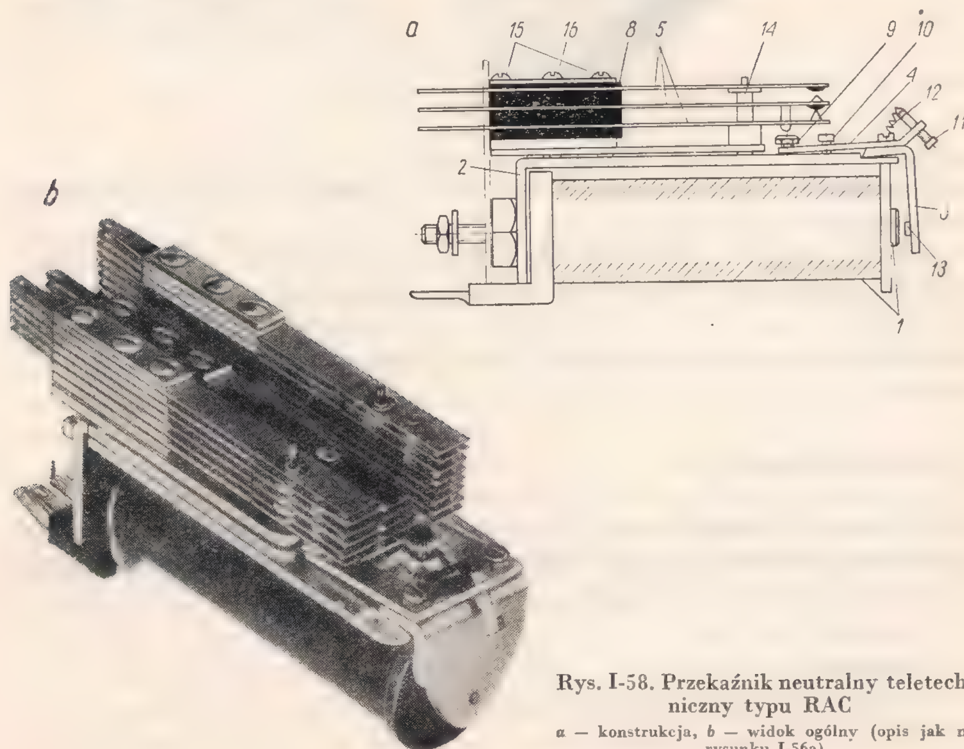
Rys. I-57. Zasada numeracji sprężyn stykowych

e. Przekaźnik typu RAC

Przekaźnik typu RAC znajduje również zastosowanie w urządzeniach przekaźnikowych zdalnego sterowania.

Na rysunku I-58 jest pokazany neutralny przekaźnik teletechniczny typu RAC. Różnica konstrukcji tego przekaźnika w stosunku do przekaźnika typu RAB polega na odmiennym wykonaniu i sposobie zawieszania kotwicy.

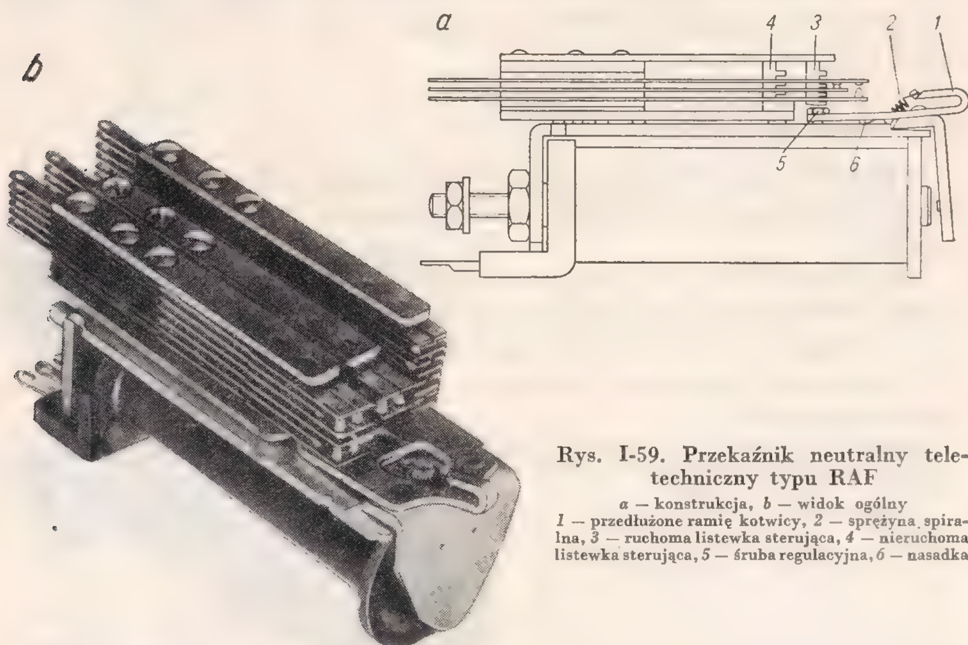
Kotwica w tym przekaźniku spoczywa w łożysku pryzmatycznym w poziomym końcu jarzma.



Rys. I-58. Przekaźnik neutralny teletechniczny typu RAC
a — konstrukcja, *b* — widok ogólny (opis jak na rysunku I-56a)

f. Przekaźnik typu RAF

Widok zewnętrzny tego przekaźnika jest pokazany na rysunku I-59. W stosunku do poznanych uprzednio przekaźników typu RAB i RAC przekaźnik RAF różni się od nich wykonaniem specjalnej dźwigni kotwicy, budową zespołów sprężyn stykowych oraz sposobem ich uruchamiania. Zawieszenie kotwicy jest podobne jak w przekaźniku RAC.



Rys. I-59. Przekaźnik neutralny teletechniczny typu RAF

a — konstrukcja, *b* — widok ogólny
1 — przedłużone ramię kotwicy, *2* — sprężyna spiralna, *3* — ruchoma listewka sterująca, *4* — nieruchoma listewka sterująca, *5* — śruba regulacyjna, *6* — nasadka

Przekaźnik RAF znajduje zastosowanie w układach zdalnego sterowania systemu E.

Zespoły sprężyn stykowych są wyposażone w sztywne płytki z umocowanymi na stałe grzebieniami wsporczymi, wykonanymi z materiału izolacyjnego. Jeden z grzebieni jest nieruchomy, a drugi ruchomy. Dźwignia kotwicy naciska śrubę na ruchomy grzebień, którego zęby poruszają ruchome sprężyny stykowe.

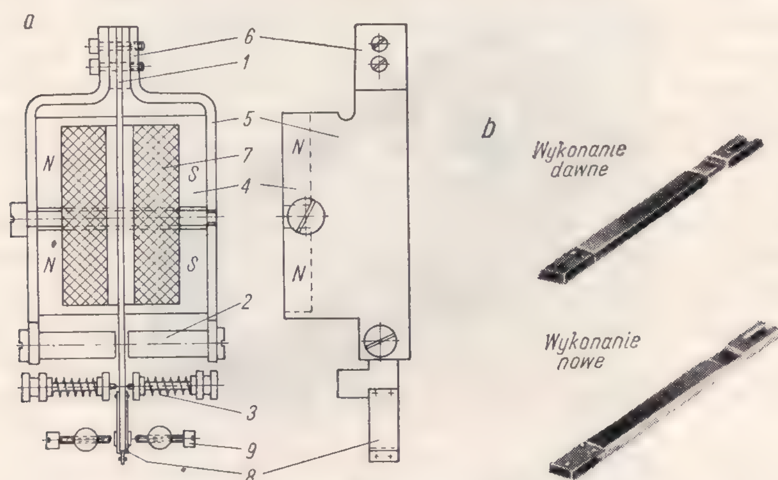
g. Przekaźnik typu RAE

W układach zdalnego sterowania systemu E znajdują również zastosowanie przekaźniki polaryzowane typu RAE. Przekaźniki te stosuje się do nadawania i odbierania impulsów w następujących obwodach:

— nadajnika nakazów,
— odbiornika nakazów,
— nadajnika kontroli meldunków,
— odbiornika kontroli meldunków.

Przekaźniki RAE występujące w wymienionych zespołach mogą mieć następujące spoczynkowe położenia kotwicy:
a — w jednym z dwóch skrajnych położeń,
b — w obydwu skrajnych położeniach,
c — w położeniu środkowym (neutralnym).

Przekaźnik RAE jest przekaźnikiem mostkowym z kotwicą jednoramienną, uruchamianą obejmującą ją cewką sterującą. Zasadę działania i budowy tego przekaźnika pokazuje rysunek I-60, a jego widok ogólny — rysunek I-61.



Rys. I-60. Przekaźnik typu RAE
1 — kotwica, *2* — nabiegunniki, *3* — sprężyny spiralne, *4* — magnesy trwałe, *5* — jarzmo, *6* — uchwyt kotwicy, *7* — cewka sterująca, *8* — styki ruchome, *9* — styki nieruchome

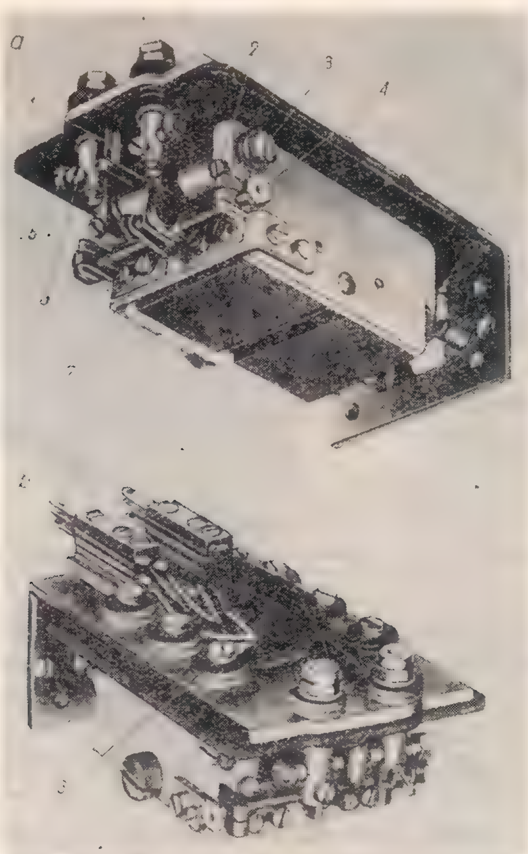
W stalowym korpusie przekaźnika są umieszczone dwie płytki magnesu stałego oznaczone biegunami *N* i *S*; wewnątrz korpusu przekaźnika znajduje się cewka, w otworze której jest umieszczona i porusza się dość masywna kotwica *1*. Kotwica ta rozwidlonym końcem znajduje się w obsadzie stanowiącej zakończenie obu jarzm i na końcu ma osadzone sprężyny stykowe ze srebrnymi styczkami.

Ruch kotwicy między zestykami jest umożliwiony przez ugięcie się kotwicy w części sprężynującej na końcu jej umocowania oraz dzięki odpowiedniemu wymiarowi otworu w korpusie cewki.

W kadłubie przekaźnika są umocowane stałe śruby stykowe wraz ze styczkami. Sprężynujące nastawniki środkowego położenia tłumią wibrację wywołaną w czasie pracy kotwicy przy zetknięciu się ze śrubą stykową. Srebrne zestyki kotwicy mogą być obciążane prądem o natężeniu 1 A. Nacisk sprężyn stykowych wynosi od 15 do 20 G. Czas przyciągania kotwicy jest równy czasowi opadania i wynosi 3 ms.

W przedniej części przekaźnika znajdują się śruby stykowe, umieszczone po obu stronach kotwicy i osadzone w nagwintowanych otworach. Utrzymanie śrub stykowych w pewnym ustalonym stanowisku zapewniają śruby ustalające.

Również w przedniej części przekaźnika z obu stron kotwicy do korpusu przekaźnika są przykręcone specjalne sprężynki (nastawniki), ustalające środkowe położenie kotwicy wówczas, gdy przez uzwojenie cewki nie przepływa prąd. Sprężynki te mają zastosowanie tylko wtedy, kiedy przekaźnik ma spoczynkowe ustawienie kotwicy w położeniu środkowym; w innych przypadkach sprężyn tych się nie stosuje. Na górnej powierzchni przekaźnika znajdują się zaciski, do których są doprowadzone końcówki od cewki i zestyków.



Rys. I-61. Przekaźnik typu RAE (widok ogólny)

a — widok od spodu, *b* — widok z góry

1 — kotwica i zestyki ruchome, *2* — wkręt ustalający śrubę nabiegunnika, *3* — śruba nabiegunnika, *4* — śruba do regulacji nastawnika kotwicy w położeniu środkowym, *5* — śruby styków stałych, *6* — wkręty ustalające śruby styków stałych, *7* — nastawnik środkowego położenia kotwicy, *8* — śruby mocujące części boczne

Przekaźniki RAE są przystosowane do montażu podobnie jak inne przekaźniki typu teletechnicznego. Przekaźnik tego typu ma indywidualną osłonę blaszaną, nasuwaną na obudowę przekaźnika, która ochroni go przed wpływami innych pól magnetycznych i przed uszkodzeniami mechanicznymi.

W jakim położeniu spoczynkowym ma być ustawiona kotwica przekaźnika RAE, decyduje rodzaj impulsów, na jakie przekaźnik powinien oddziaływać zgodnie z układem schematowym. Jeżeli na przekaźnik mają oddziaływać

tylko impulsy dodatnie lub ujemne, to kotwica przekaźnika zajmować będzie jedno z dwóch skrajnych położeń spoczynkowych. Gdy na przekaźnik mają oddziaływać impulsy dodatnie i ujemne, to kotwica przekaźnika albo będzie miała dwa skrajne położenia spoczynkowe lub tylko jedno położenie środkowe.

W razie potrzeby ustawienia kotwicy w jednym z dwóch skrajnych położeń spoczynkowych śruby biegunów magnesu stałego muszą być tak wyregulowane, że jedna z nich jest zbliżona do kotwicy i kotwica opiera się o nią. Natomiast druga, przeciwna śruba biegunowa, jest ustawiona na odległość uwarunkowaną przepisami regulacji przekaźnika.

Jeżeli kotwica znajduje się normalnie w jednym ze skrajnych położeń spoczynkowych i przez uzwojenie cewki przepuścimy prąd impulsowy o kierunku przeciwnym do kierunku strumienia magnesu stałego, to kotwica zostanie przerzucona do położenia drugiego skrajnego; w razie zaniku tego impulsu prądu kotwica powraca do pierwotnego normalnego położenia spoczynkowego.

Gdy przekaźnik ma mieć spoczynkowe ustawienie kotwicy w położeniu środkowym, wówczas śruby biegunów magnesu stałego powinny być tak wyregulowane, aby ich odległości między końcami biegunów a linią środkową kotwicy były sobie równe. Dokładne ustawienie kotwicy w położeniu środkowym powoduje rozdzielenie strumienia pochodzącego od magnesu stałego na dwie równe części, skierowane w dwóch kierunkach przeciwnych. W tym stanie rzeczy kotwica będzie w równowadze i ustawi się w środkowym położeniu (zestyki kotwicy będą rozwarte).

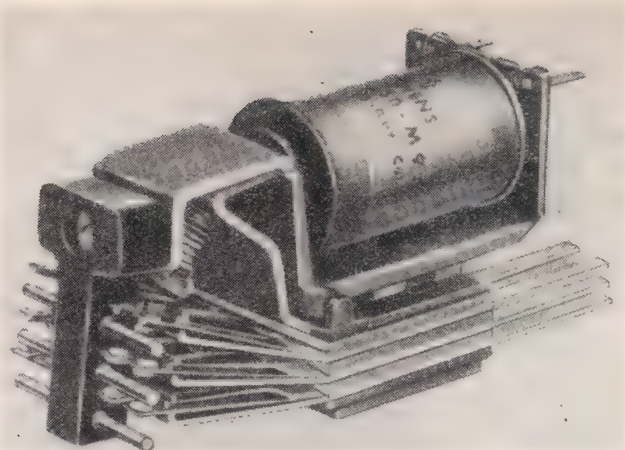
W celu spowodowania zadziałania przekaźnika z kotwicą w położeniu środkowym wystarczy przez jego uzwojenie przepuścić impuls prądu, który spowoduje przerzut kotwicy do jednego ze skrajnych położeń. Kierunek tego impulsu prądu zadecyduje, w którą stronę nastąpi przerzut kotwicy. W tym osiągniętym nowym położeniu roboczym kotwica pozostanie do czasu przepuszczenia impulsu nowego prądu o przeciwnym kierunku, który spowoduje przerzut kotwicy w drugie skrajne jej położenie. W razie całkowitego przerwania przepływu prądu kotwica wróci do środkowego położenia spoczynkowego.

h. Przekaźnik typu K

Zastosowanie

Dla nowych nastawnic przekaźnikowych półblokowych firma Siemens i Halske wyprodukowała przekaźnik typu K 50, którego widok ogólny pokazano na rysunku I-62. Jest to przekaźnik elektromagnetyczny, który — po wykazaniu należytej sprawności — znalazł powszechne zastosowanie w przekaźnikowych urządzeniach zrk.

Przekaźnik ten jest stosowany zarówno w stacyjnych urządzeniach nastawczych, jak i w obwodach samoczynnej blokady liniowej, w urządzeniach sygnalizacji na przejazdach, w urządzeniach nastawczych na górkach rozrządowych (W-wa-Odolany), w obwodach zależnościowych, nastawczych, kontrolnych, magazynowania, automatyki i innych.



Rys. I-62. Ogólny widok przekaźnika typu K 50

Przekaźnik typu K 50 charakteryzują stosunkowo niewielkie wymiary i mocna konstrukcja, która czyni go przydatnym do eksploatacji w różnych warunkach.

Konstrukcja

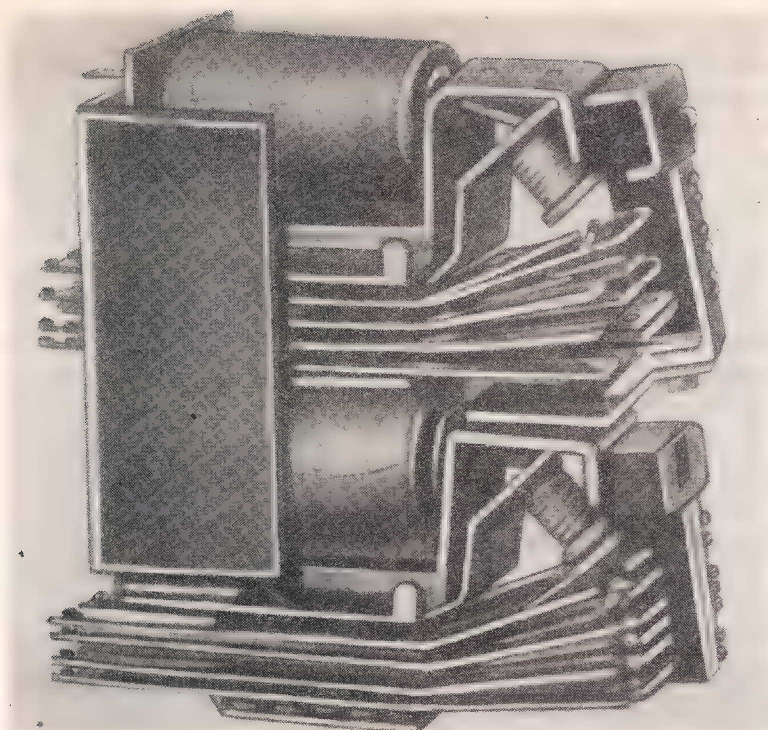
Przekaźniki typu K 50 są dostosowane do pracy w obwodach prądu stałego zasilanych napięciem 60 V. Wykonywane są one jako jedno- lub dwuuzwojeniowe. Jego konstrukcja odpowiada wymaganiom stawianym przez urządzenia mieszczące się w blokach przekaźnikowych. W urządzeniach tych przekaźniki oraz ich zestyki są łączone w obwodach przez przylutowywanie przewodów do końcówek lutowniczych przekaźnika. Przekaźniki mieszczące się w blokach przekaźnikowych mają połączenia z sąsiednimi blokami wykonane za pomocą kabla zakończonego specjalnymi wtyczkami.

Przekaźnik podwójny, stanowiący pewną odmianę przekaźnika typu K 50, jest wykonywany jako przekaźnik z mechanicznym podtrzymywaniem kotwic; przekaźnik taki składa się z 2 przekaźników pojedynczych (rys. I-63), umieszczonych jeden nad drugim, których kotwice są wzajemnie uzależnione mechanicznie.

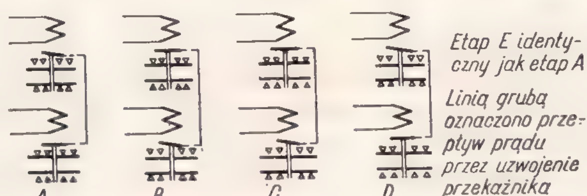
Przekaźnik ten działa w następujący sposób. Jeżeli wzbudzony przekaźnik górny przełączy swoje zestyki (zwierne), to jednocześnie kotwica przekaźnika dolnego przechodzi do stanu biernego i jego zestyki zwierne zostaną otwarte. Gdy przez uzwojenie górnego przekaźnika prąd przestanie płynąć, jego zestyki pozostają nadal w dotychczasowym położeniu. Kotwica górnego przekaźnika opadnie dopiero po przyciągnięciu kotwicy dolnego przekaźnika wskutek wzbudzenia się jego uzwojenia.

Na rysunku I-64 są pokazane etapy pracy przekaźnika podwójnego typu K 50.

O szerokim zasięgu zastosowania tych przekaźników świadczy fakt, że w przytoczonych uprzednio urządzeniach stanowią one około 90% liczby wszystkich użytych tam przekaźników.



Rys. I-63. Ogólny widok podwójnego przekaźnika typu K 50 z mechanicznym podtrzymywaniem kotwic



Rys. I-64. Etapy pracy przekaźnika z podtrzymywaniem kotwic

Początkowo dla uzyskania indywidualnych zależności wykonywano przekaźniki typu K 50 tylko jako szybkowymienne. W nowych urządzeniach stosuje się te przekaźniki w blokach, co pozwoliło wtyki zastąpić końcówkami do lutowania przewodów.

Obwód magnetyczny

Jego układ magnetyczny zawiera jedną okrągłą cewkę obejmującą jedno lub dwa uzwojenia nawinięte w jednym kierunku lub przeciwsobnie, zależnie od potrzeby. Wskutek jednoczesnego przepływu prądu przez oba uzwojenia przeciwsobne przekaźnik przechodzi w stan bierny.

Kotwica przekaźnika pracującego w położeniu poziomym nie może opadać pod wpływem własnego ciężaru, ponieważ nacisk sprężyny jest niewystarczający do uzyskania momentu zwrotnego, wobec tego została zastosowana sprężyna odciągająca kotwicę.

Zestyki

Zestyki w tym przekaźniku są tylko zwierne lub rozwierne. Dla uzyskania zestyku przełącznego wykorzystuje się jeden zestyk zwierny i jeden rozwierny.

Każdy zestyk składa się z dwóch sprężyn stykowych, wyposażonych w styczki z jednej strony. Zwieranie odbywa się za pomocą pręcików tworzących drabinkę przymocowaną do kotwicy przekaźnika. Takie rozwiązanie ma na celu uzyskanie zwiększenia pewności pracy przekaźnika.

Zestyki rozmieszczone są symetrycznie po obu stronach pionowej osi przekaźnika, przy czym najniższe są zawsze zestykami biernymi.

Na drugim końcu swobodnym sprężyny stykowe mają końcówki lutownicze, podobne do tych, jakie są dla połączenia uzwojeń.

Zestyki przekaźnika stanowią 2 zespoły wspólnie sterowane, po 4 zestyki w każdym zespole. Styki wyposażone są w srebrne styczki, po 1 na końcu każdego styku. Sprężyny stykowe są wzmocnione dodatkowymi mosiężnymi sprężynami dociskowymi, ułatwiającymi regulację sprężyn.

Nacisk wzajemny styczek wynosi 20 G, a czas przyciągania kotwicy — od 0,03 do 0,05 s. Napięcie znamionowe przekaźnika typu K 50 wynosi 60 V.

Dane techniczne

Wymiary przekaźnika są następujące: długość 95 mm, wysokość 47 mm i szerokość 40 mm.

Pochodne przekaźniki

Przekaźniki typu K 1/6, K 11, K 14, K 21, K 22, K 23, K 24 są odmianą przekaźnika K 50, a różnią się tylko liczbą zestyków. Są one neutralnymi przekaźnikami wtykowymi o wzmocnionych sprężynach stykowych.

Ich układ magnetyczny jest podobny do układu magnetycznego płaskiego przekaźnika teletechnicznego. Cewka o przekroju prostokątnym jest osadzona na rdzeniu. Kotwica jest osadzona przegubowo w łożyskach i znajduje się pod całą długością cewki.

Kotwica steruje sprężynami stykowymi za pomocą pionowej prowadnicy (drabinki z pręcikami) przymocowanej do kotwicy. Prowadnica ta jest wyposażona w pręciki stykowe zwierające styczki nieruchomych sprężyn stykowych. Sprężyny stykowe umieszczone parami w dwóch rzędach po obu stronach prowadnicy mają silniejszą konstrukcję niż w przekaźniku K 50.

Tylne końce sprężyn stykowych są przystosowane do umieszczenia ich w gniazdach wtykowych, co pozwala na szybszą wymianę przekaźnika w razie potrzeby.

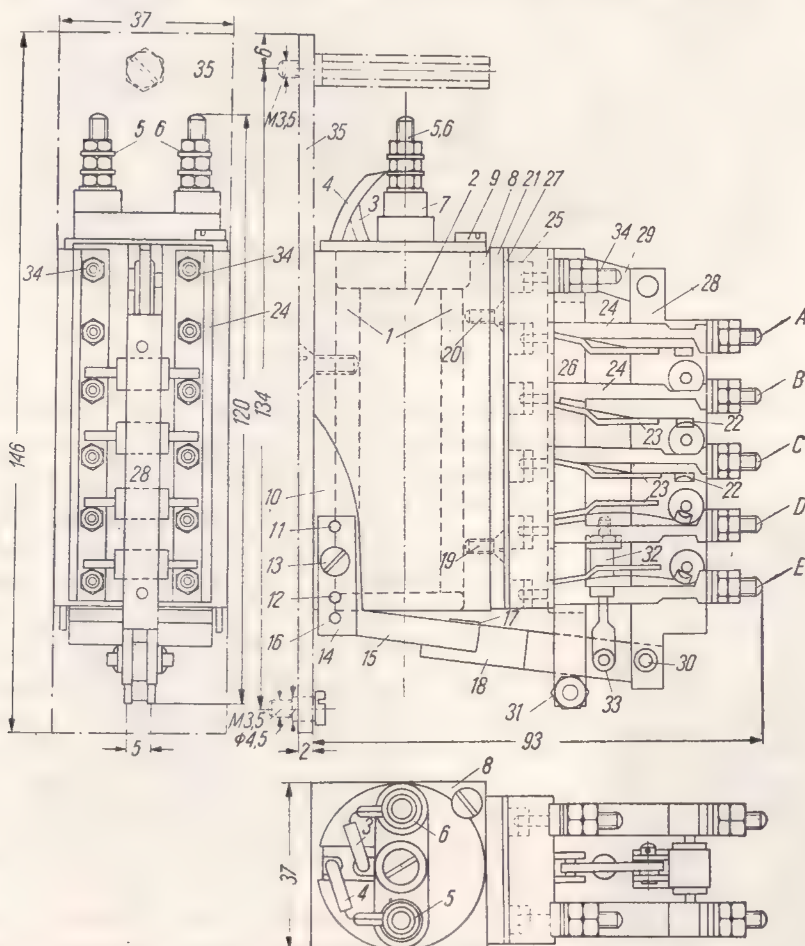
Będące jeszcze w użyciu przekaźniki K 44, K 51 i K 54 są odmianą przekaźnika podwójnego z kotwicami uzależnionymi mechanicznie. Jeden układ magnetyczny znajduje się w górnej części przekaźnika, a drugi w dolnej części pod zestykami, przy czym ma on górną cewkę okrągłą i poziomo zawieszoną kotwicę. Obie kotwice są połączone prowadnicą wyposażoną w pręciki stykowe w ten sposób, że zadziałanie jednego układu powoduje zamknięcie zestyków biernych, a wzbudzenie drugiego układu — zamknięcie zestyków czynnych.

Gdy przez jedno uzwojenie (stanu biernego) płynie prąd, wówczas zostają zwarte zestyki bierne (górne), a rozwarte zestyki czynne (dolne) i w tym stanie pozostają nawet po przerwaniu płynącego prądu. Zmiana położenia zestyków nastąpi dopiero po przepływie prądu w drugim uzwojeniu. Nastąpi wtedy rozwarcie zestyków biernych i zwarcie zestyków czynnych.

i. Przekaźnik typu ZRV

Zastosowanie

Przekaźniki typu ZRV (rys. I-65) znajdują zastosowanie w elektrycznych urządzeniach nastawczych oraz w automatyce górek rozrządowych.

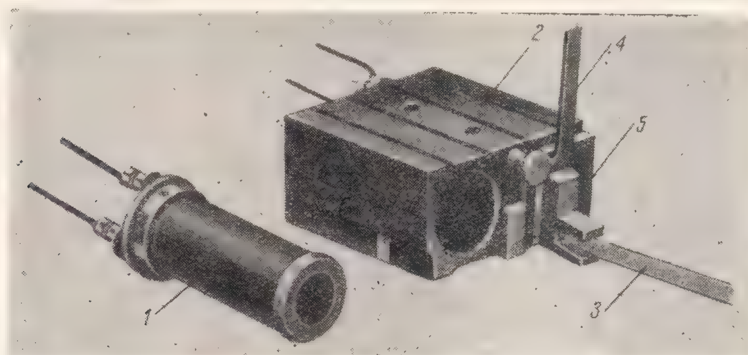


Rys. I-65. Przekaźnik typu ZRV

1 — cewka, *2* — rdzeń, *3* i *4* — końce uzwojenia, *5* i *6* — zaciski uzwojenia, *7* — klocek izolacyjny, *8* — oprawa cewki, *9* — śruba mocująca cewkę, *10* — nafrezowane oprawy, *11* i *12* — kołki płytek łożyskowych, *13* — śruby płytek łożyskowych, *14* — płytki łożyskowe kotwicy, *15* — kotwica, *16* — oś kotwicy, *17* — płytki szczelinowe, *18* — ramię kotwicy, *19* i *20* — śruby mocujące zespół sprężyn stykowych, *21* — płytka stalowa zespołu sprężyn stykowych, *22* — sprężyny stykowe, *23* — ograniczniki sprężyn stykowych, *24* — kołki zaciskowe, *25* — płytka izolacyjna, *26* — pręt widełkowy, *27* — przekładka izolacyjna, *28* — drabinka stykowa, *29* — łącznik, *30* — oś przegubowa drabinki stykowej, *31* — opórka, *32* — zderzak sprężynowy, *33* — oś tłoczka zderzaka sprężynowego, *34* — zaciski wyjściowe uzwojenia cewki, *35* — płyta montażowa

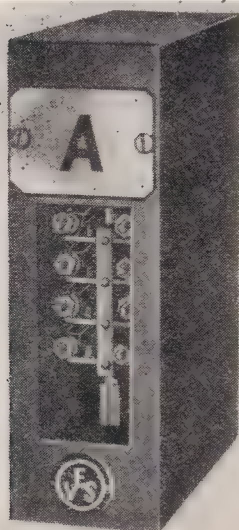
Konstrukcja

Zasadniczymi częściami przekaźnika są:
— cewka nawinięta na rdzeń z miękkiej stali, dająca się łatwo wymieniać (rys. I-66),
— jarzmo, stanowiące jednocześnie konstrukcję wsporczą dla innych części składowych przekaźnika,
— kotwica umocowana za pomocą zawiasów do jarzma,
— zestyki, dające podwójną przerwę obwodu elektrycznego. Cewki i zestyki przekaźnika są łatwo wymienne.



Rys. I-66. Elektromagnes
1 — cewka, *2* — jarzmo, *3* — pręt zawórkowy, *4* — dźwigienka tarczki, *5* — kotwica

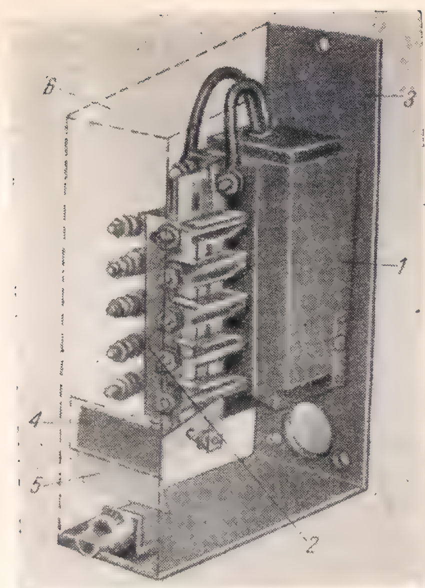
Dla ochrony przekaźnika przed kurzem lub nieumyślnym uruchomieniem przez pracownika obsługującego urządzenia, przekaźnik może być zaopatrzony w obudowę z blachy z okienkiem w przedniej ścianie obudowy lub w obudowę z przezroczystej masy plastykowej (rys. I-67). Obudowa po założeniu może być zamykana zapadką. Jeżeli zdjęcie obudowy ma być kontrolowane, to zapadkę należy zaplombować, do czego jest ona przystosowana (rys. I-68). Ogólny widok przekaźnika typu ZRV na prąd stały, typu otwartego (bez obudowy) jest pokazany na rysunku I-69.



Rys. I-67. Przekaźnik w obudowie blaszanej

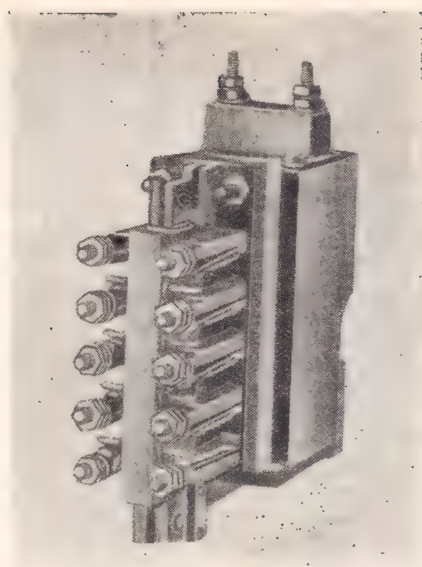
W razie potrzeby zastosowania dużej liczby przekaźników mogą one być zmontowane w osobnym pomieszczeniu w przekaźnikowni, na specjalnych stojakach.

Do tego typu przekaźników zaliczają się również przekaźniki z mechanicznym podparciem kotwic i z elektrycznym ich uzależnieniem (rys. I-70). W przekaźniku tym rozróżnić należy dwa przekaźniki *I* i *II*, przy czym kotwica zwolniona (*II*) podpiera kotwicę przyciągniętą (*I*).



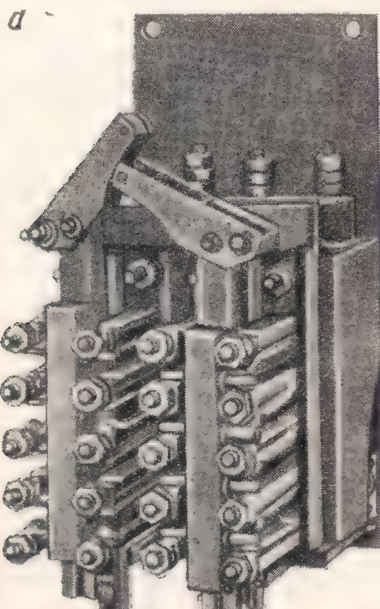
Rys. I-68. Przekaźnik z tarczką sygnalizacyjną w obudowie przezroczystej

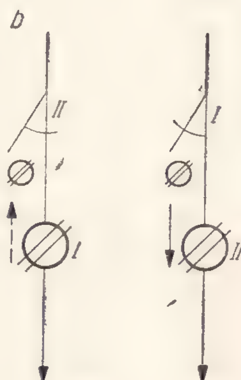
1 — rdzeń, *2* — pręt poruszany kotwicą, *3* — płyta montażowa, *4* — okienko, *5* — tarczka sygnalizacyjna, *6* — obudowa



Rys. I-69. Ogólny widok przekaźnika typu otwartego ZRV

a





Rys. I-70. Przekaźnik z mechanicznym podparciem kotwic i z elektrycznym ich uzależnieniem

a — widok ogólny, *b* — schemat zależności elektrycznych

W stanie zasadniczym jest przyciągnięta kotwica przekaźnika *I*, lecz obwód prądu jego cewki jest przerywany zestykiem przekaźnika *II*. Równocześnie w obwodzie przekaźnika *II* znajduje się zwarty zestyk przekaźnika *I*.

Gdy nastąpi wzbudzenie przekaźnika *II* i przyciągnięcie jego kotwicy, wówczas kotwica przekaźnika *I* straci podparcie, opadnie i podeprze kotwicę

Liczba i rodzaj styków			*2F, 1B*		*4F, 1B*		*6F, 1B* *1F, 2B* *3F, 2B* *5F, 2B*		*8F, 1B* *7F, 2B*		*2F, 3B* *4F, 3B*	
Ciężar kotwicy z drabinką stykową w G			60		80		100		106		145	
Amperozwoje zwalniania kotwicy			160		190		200		220		230	
Amperozwoje podnoszenia kotwicy			230		250		264		310		355	
Amperozwoje całkowitego przyciągania kotwicy			300		320		340		400		470	
Ozn. cewki	Liczba zwojów	Oporn. [Ω]	*U* [V]	*I* [A]	*U*	*I*	*U*	*I*	*U*	*I*	*U*	*I*
A	10800	670	18,7	0,028	20	0,03	21,1	0,0315	24,8	0,037	29,2	0,0435
B	7800	340	13,1	0,0385	14	0,041	15	0,044	17,4	0,0513	20,5	0,06
C	6500	225	10,4	0,046	11,3	0,05	11,8	0,0525	13,85	0,0615	16.3	0.0725
D	5500	195	8,6	0,054	9,1	0,057	9,7	0,061	11,36	0,0715	13,4	0,084
E	4500	100	6,7	0,067	7,1	0,071	7,55	0,755	8,9	0,089	10,5	0,105
F	3300	50	4,55	0,091	4,85	0,097	5,15	0,103	6,05	0,0121	7,15	0,143
G	2600	29	3,35	0,115	3,6	0,123	3,8	0,131	4,46	0,154	5,25	0,181
H	2100	18	2,57	0,143	2,75	0,153	2,82	0,162	3,43	0,19	4,03	0,224
I	1700	11,7	2,07	0,177	2,2	0,158	2,34	0,2	2,75	0,235	3,23	0,276
K	1400	7,7	1,65	0,214	1,77	0,23	1,87	0,243	2,2	0,286	2,6	0,336
L	1020	4,8	1,41	0,294	1,51	0,314	1,6	0,333	1,68	0,392	2,21	0,461
M	950	3,5	1,14	0,316	1,21	0,337	1,3	0,36	1,52	0,421	1,78	0,495
N	700	2,1	0,86	0,43	0,92	0,46	0,97	0,435	1,14	0,57	1,34	0,67
O	450	1	0,67	0,67	0,71	0,71	0,76	0,75	0,89	0,89	1,05	1,05
P	15000	1200	24	0,02	25,6	0,0214	27,2	0,0227	32	0,027	37,6	0,0313
Q	17500	1750	30	0,017	32	0,0183	34	0,0195	40	0,023	47	0,027
R	23000	3300	43	0,013	45	0,014	48,8	0,0148	57,5	0,0175	67,5	0,02
S	36000	7500	62,4	0,0083	67,5	0,009	71	0,0095	83,5	0,011	98	0,013
T	28000	4900	52,5	0,0107	56	0,0114	59,5	0,012	70	0,0143	83	0,017
U	43000	11800	82,5	0,007	88,5	0,0075	94	0,008	110	0,0093	130	0,011

F — styk czynny, *B* — styk bierny

Tablica I-17

na prąd stały typu otwartego

6F, 3B		*1F, 4B* *3F, 4B* *5F, 4B*		*2F, 5B* *4F, 5B*		*1F, 6B*		*2F, 7B*	
151		195		225		290		300	
240		250		270		280		280	
400		490		560		600		650	
540		650		750		800		870	
U	*I*	*U*	*I*	*U*	*I*	*U*	*I*	*U*	*I*
33,5	0,05	40,3	0,06	46,5	0,0695	49,6	0,074	54	0,0805
23,5	0,0692	28,4	0,0835	32,7	0,096	35	0,103	38	0,112
18,7	0,083	22,5	0,1	26	0,115	27,7	0,123	30,1	0,134
15,3	0,0965	18,5	0,116	21,3	0,134	22,7	0,143	24,7	0,155
12	0,12	14,5	1,145	16,7	0,167	17,8	0,178	19,3	0,193
8,2	0,164	10	0,2	11,35	0,227	12,1	0,242	13,2	0,264
6,03	0,208	7,25	0,25	8,35	0,288	8,92	0,308	9,7	0,335
4,63	0,257	5,6	0,31	0,42	0,357	6,86	0,381	7,46	0,414
3,72	0,318	4,47	0,382	5,16	0,441	5,51	0,471	6	0,512
2,97	0,386	3,58	0,465	4,12	0,535	4,4	0,572	4,79	0,621
2,54	0,53	3,06	0,637	3,53	0,735	3,77	0,785	4,1	0,853
2,05	0,568	2,45	0,685	2,84	0,79	3,03	0,842	3,3	0,916
1,54	0,77	1,86	0,93	2,14	1,07	2,3	1,15	2,48	1,24
1,2	0,2	1,45	1,45	1,67	1,67	1,78	1,78	1,93	1,93
43,2	0,036	52	0,8433	60	0,05	64	0,0533	69,6	0,058
54	0,031	65	0,0372	75	0,043	80	0,0457	87	0,0497
77,5	0,0235	93,3	0,0283	108	0,0326	115	0,035	125	0,0378
112,5	0,015	135	0,018	157	0,021	167	0,0283	181	0,0242
94,5	0,0193	114	0,0232	132	0,027	140	0,0286	152	0,031
148	0,0125	178	0,015	206	0,0175	220	0,0186	239	0,0202

przekaźnika *II*. Wskutek tego w obwodzie przekaźnika *II* zostanie rozwarty zestyk przekaźnika *I* i przekaźnik *II* pozostaje bez prądu.

Powrót do stanu pierwotnego (zasadniczego) nastąpi po wzbudzeniu przekaźnika *I*.

Obwód magnetyczny

Jarzmo przekaźnika jest wykonane w postaci graniastosłupa mającego wewnątrz okrągły otwór w kształcie cylindra, w którym umieszcza się cewki. Jarzmo ma podstawę kwadratową. Takie wykonanie jarzma powoduje niewielkie opóźnienie w działaniu przekaźnika. Jeśli opóźnienia te mogą być szkodliwe, jarzmo przecina się wzdłuż, a powstała w ten sposób szczelina daje jarzmo (w przekroju) nie w postaci tulei, lecz przeciętego pierścienia.

W zależności od przeznaczenia przekaźnika otrzymuje on odpowiednią liczbę zestyków i odpowiednią cewkę, z dobraną liczbą zwojów według tablic I-17 i I-18.

Tablica I-18

Uzwojenie cewek elektromagnesów w nastawnicach suwakowych

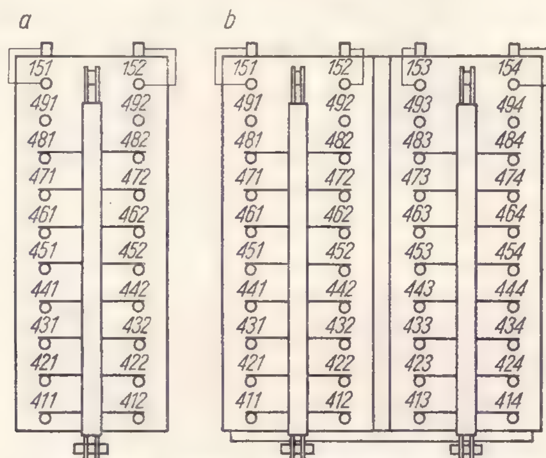
Elektromagnes		Oznaczenie cewek	Liczba zwojów	Oporność [Ω]	Napięcie min. [V]	Natężenie min. [A]
Symbol	Rodzaj					
	Elektromagnes kontrolny zwrotnicowy	*B+B*	2×7800	2×340	25	0,037
	Elektromagnes zwalniający zwrotnicowy	*C*	6500	225	65	0,290
	Przekaźnik pomocniczy zwrotnicowy	*D9*	37000	6500	25	0,0038
	Elektromagnes zastawki dźwigni zwrotnicowej	*F*	3300	50	11	0,220
	Elektromagnes utwierdzający	*C*	6500	225	25	0,111
	Elektromagnes zastawczy dźwigni przebiegowo-sygnałowej	*H*	2100	18	6,3	0,350
	Elektromagnes zastawczy dźwigni dania nakazu i dania zgody	*C*	6500	225	25	0,111
	Elektromagnes otrzymania nakazu lub zgody	*A*	10800	670	20	0,030

Jeśli cewki są zasilane prądem ciągłym, to prąd zasilania może być zwiększony o 50%, a podczas pracy przerywanej — prąd ten może być zwiększony o 100% w stosunku do największego prądu przewidzianego dla danej cewki. Przekaźniki ZRV mają taką konstrukcję, że siła docisku każdego zestyku wynosi co najmniej 20 G ±10%.

Zestyki

Zestyki przekaźnika składają się ze sprężyn stykowych, umocowanych na płytce bakelitowej, a ta z kolei jest przymocowana do jarzma, i ze styków w postaci pręcików, umieszczonych w listwach izolacyjnych, połączonych z kotwicą. Sprężyny stykowe są wykonane z mosiądzu lub z białego metalu w postaci odpowiednio ściętego cylindra.

Podobnie jak w innych typach przekaźników stosowanych w urządzeniach zrk rozróżnia się zestyki czynne *F* i bierne *B*.



Rys. I-71. Numeracja zacisków przekaźników ZRV
a — pojedynczego, *b* — podwójnego

Numeracja zacisków przekaźników typu ZRV na prąd stały jest pokazana na rysunku I-71, przy czym odnosi się ona do przekaźników pojedynczych (rys. I-71a) i przekaźników podwójnych (rys. I-71b), do których zaliczają się przekaźniki z mechanicznym podparciem.

k. Przekaźnik typu KRS

Zastosowanie

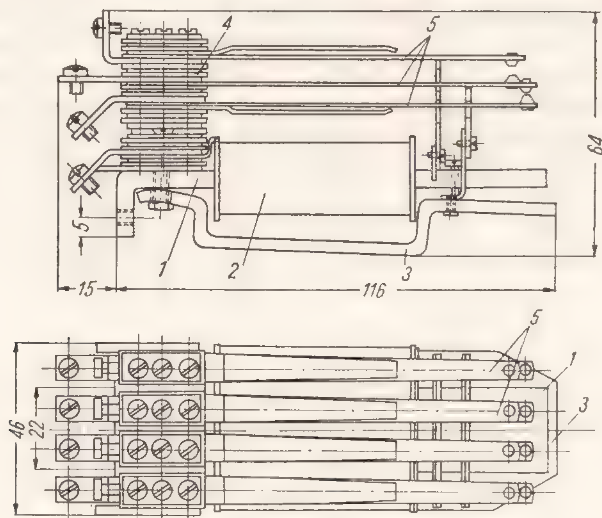
W praktyce są spotykane przekaźniki typu KRS 41 przystosowane do napięcia 12 do 220 V prądu stałego oraz przekaźniki typu KRS 42 — do napięcia 12 do 380 V prądu zmiennego. Obydwa typy przekaźników KRS są stosowane przede wszystkim w sygnalizacji kopalnianej; na kolejach podziemnych w kopalniach oraz w urządzeniach automatyki przemysłowej jest stosowany przekaźnik KRS 41.

Konstrukcja

Budowa przekaźnika KRS jest pokazana na rysunku I-72. Przekaźnik ten składa się z takich samych elementów jak i inne przekaźniki typu teletech-

nicznego. Zasadniczymi częściami tego przekaźnika są: rdzeń *1* wraz z cewką *2*, kotwica *3*, przekładki izolacyjne *4* oraz zespoły sprężyn stykowych *5*.

Rdzeń przekaźnika jest wykonany z płaskownika z miękkiej stali o przekroju prostokątnym 5 ×16 mm; na rdzeń jest nasadzona cewka o przekroju owalnym. Uzwojenie cewki wykonano z drutu nawojowego o przekroju i liczbie zwojów zależnych od żądanej oporności cewki. Uzwojenie cewki wyprowadzono na zaciski położone najniżej.



Rys. I-72. Konstrukcja przekaźnika KRS

Kotwica obejmująca od spodu cewkę odpowiednio wygiętą jest zawieszona na śrubie wkręconej w rdzeń. Do kotwicy jest przymocowana płytka pionowa z materiału izolacyjnego, która steruje sprężynami stykowymi. Sprężyny stykowe są umieszczone w czterech rzędach.

Obwód magnetyczny

Obwód magnetyczny przekaźnika na prąd stały wykonany jest z płaskownika z miękkiej stali, a rdzeń przekaźnika na prąd zmienny (KRS 42) jest wykonany z pakietu blach transformatorowych.

Zestyki

W każdym rzędzie umieszczone są zespoły zestyków przełącznych 1 *F/B*. Przekaźnik typu KRS jest w zasadzie odkryty, lecz na żądanie może mieć obudowę plastykową, i jest wykonany jako przekaźnik zaciskowy.

l. Przekaźnik typu ERT

Budowa przekaźnika neutralnego elektromagnetycznego typu ERT 12 jest podobna do budowy przekaźnika KDR-5. Przekaźnik ERT jest stosowany

w samoczynnej blokadzie liniowej typu kodowego. Wbudowany do wnętrza deszyfratora ERD 2000 jako przekaźnik liczący impulsy *1* lub przerwy *1A*.

Przekaźnik ERT jest przystosowany do napięcia 12 V prądu stałego, a jego zestyki mogą wyłączać prąd o natężeniu 1 A i napięciu 220 V. Moc wyłączalna 80 W lub 400 W.

m. Przekaźnik impulsujący typu TR

Zastosowanie

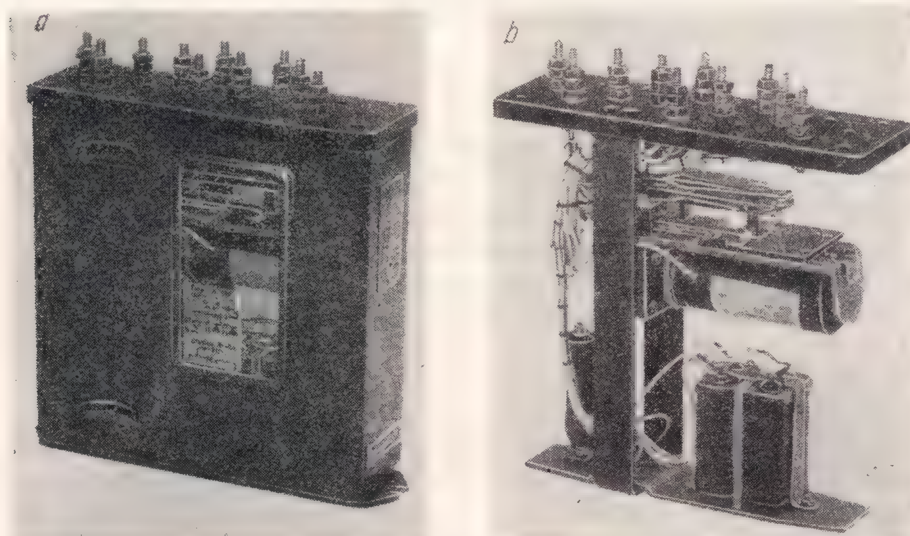
Przekaźnik impulsujący typu TR jest przekaźnikiem prądu stałego, szybkodziałającym, przystosowanym odpowiednio do pracy w urządzeniach samoczynnej blokady kodowej. Zadaniem tego przekaźnika jest zamykanie i przerywanie obwodu zasilania odcinka izolowanego. Zwieranie i rozwieranie zestyków tego przekaźnika następuje w takt kodów nadawanych przez szyfrator (nadajnik kodów).

W eksploatacji znajdują się przekaźniki impulsujące, różniące się między sobą pewnymi szczegółami konstrukcyjnymi. Należą tu przekaźniki oznaczone symbolami TR-3A i TR-3B.

Konstrukcja

Przekaźnik impulsujący TR składa się: z obudowy, właściwego przekaźnika typu kodowego, górnej izolacyjnej płyty zaciskowej, opornika i kondensatora.

Wszystkie części składowe przekaźnika impulsującego TR są umieszczone w blaszanej obudowie. Widok ogólny takiego przekaźnika w obudowie jest pokazany na rysunku I-73a. W obudowie przekaźnika znajdują się z obu stron

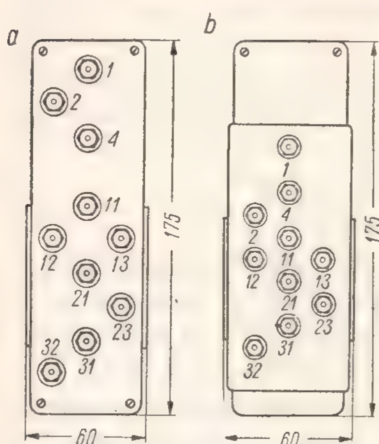


Rys. I-73. Widok przekaźnika typu TR
a — w obudowie, *b* — bez obudowy

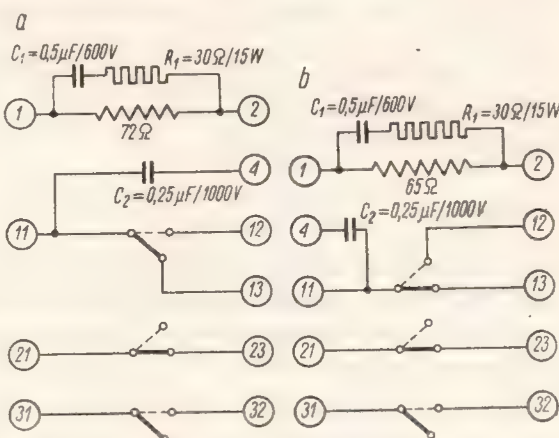
dwa oszklone okienka, służące do obserwacji pracy przekaźnika kodowego, bez potrzeby wyjmowania go z obudowy.

Części przekaźnika impulsowego wewnątrz obudowy są przymocowane trwale do specjalnej konstrukcji nośnej przekaźnika, a ta z kolei do górnej izolacyjnej płyty zaciskowej. Izolacyjna płyta zaciskowa jest wyposażona w zaciski przepustowe lub stanowi płytę wtykową i w ten sposób umożliwia ona wykonanie połączeń uzwojenia i zestyków przekaźnika z elementami obwodów blokady samoczynnej. Widok przekaźnika bez obudowy pokazano na rysunku I-73b. Płytka wtykowa zastosowana w przekaźniku TR umożliwia bardzo łatwą i szybką wymianę całego przekaźnika na inny tego samego rodzaju, bez konieczności odkręcania zacisków i odłączania przewodów.

Na rysunku I-74 pokazano rozmieszczenie zacisków na izolowanej płycie zaciskowej dla przekaźnika TR-3A i TR-3B.



Rys. I-74. Rozmieszczenie zacisków na płycie izolowanej (zaciskowej) przekaźnika
a — TR-3A, b — TR-3B



Rys. I-75. Układy połączeń wewnętrznych przekaźników
a — TR-3A, b — TR-3B

Wewnątrz przekaźnika TR znajduje się jeszcze opornik i jeden lub dwa kondensatory. Kondensator *C* wraz z opornikiem *R* są przyłączone równolegle do uzwojenia przekaźnika i stanowią układ gasikowy dla ochrony styczek szyfratora. Rysunek I-75 przedstawia układ połączeń wewnętrznych przekaźników TR. Przekaźnik TR jest przystosowany do pracy w zakresie temperatur od $-40°C$ do $+60°C$ i wilgotności względnej otoczenia do 60%.

Przekaźnik impulsujący TR-3A

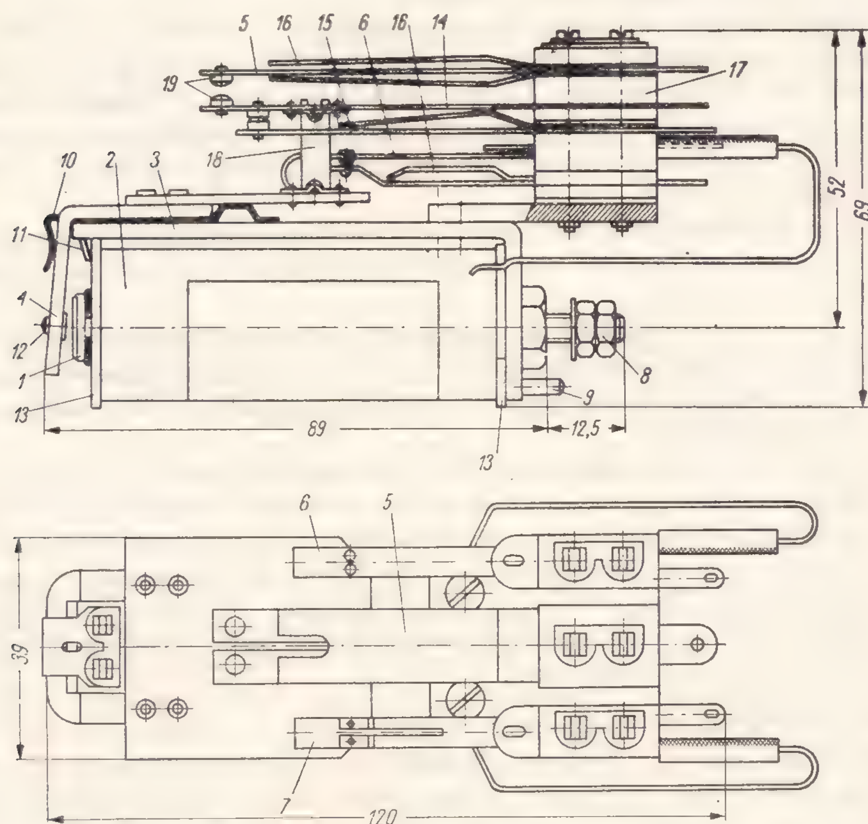
Przekaźnik kodowy znajdujący się w przekaźniku impulsującym TR-3A, różniący się nieco od normalnego przekaźnika typu KDR2, jest pokazany na rysunku I-76.

Na układ magnetyczny przekaźnika TR-3A składa się: rdzeń, jarzmo i kotwica. Nagwintowane przedłużenie okrągłego rdzenia *1* (rys. I-76) o średnicy

12 mm służy do przymocowania przekaźnika do innych elementów za pomocą nakrętek.

Jarzmo stanowi płaskownik grubości 3 mm wygięty w kształcie litery *L*. Do niego dołączone są wszystkie części przekaźnika. W jarzmie jest osadzony tzw. sztyf kierujący *9*, ułatwiający osadzenie przekaźnika w stojaku przekaźnikowym w położeniu poziomym.

Kotwica *4* o grubości 3 mm jest związana z jarzmem za pomocą trzymaka *10*, który swoim występem *11* nie dopuszcza do przesunięć cewki w stronę kotwicy.



Rys. I-76. Ogólny widok przekaźnika kodowego TR-3A

1 — rdzeń, *2* — cewka, *3* — jarzmo, *4* — kotwica, *5* — sprężyny stykowe wzmocnione, *6* i *7* — sprężyny stykowe normalne, *8* — nakrętki mocujące, *9* — sztyft kierujący, *10* — trzymak, *11* — występ, *12* — przekładka antymagnetyczna, *13* — płytka karkasu, *14* — sprężyna ruchoma, *15* — sprężyna nieruchoma, *16* — sprężyna oporowa, *17* — przekładka izolacyjna, *18* — płytka sterująca, *19* — styczki

Wielkość szczeliny powietrznej jest uregulowana za pomocą przekładki antymagnetycznej *12*, wykonanej w kształcie sztyftu z utwardzonego brązu wkręconego w kotwicę.

Uzwojenia cewek są osadzone na oddzielnych karkasach nasuniętych na rdzenie. W razie potrzeby istnieje możliwość łatwej wymiany cewki. Karkas wykonany z materiału izolacyjnego ma kształt rurki, a obie jego ścianki czołowe

są płytkami miedzianymi *13*. Cewka osadzona na rdzeniu nie może się na nim obracać, gdyż przeszkadza temu jedna ze ścianek odpowiednio ścięta.

Miedziany drut nawojowy cewki w emaliowanej izolacji jest wyprowadzony na zewnątrz. Mechaniczną ochronę przed uszkodzeniami cewki stanowi warstwa papieru izolacyjnego, owinięta warstwą nici i odpowiednio pokryta lakierem.

Przekaźnik ten ma trzy zespoły sprężyn stykowych, z których zespół środkowy *5* ma zestyki wzmocnione. Wydłużona płytka izolacyjna przymocowana jednym końcem do ramienia kotwicy *4* przekaźnika powoduje szybsze zwieranie zestyków przy mniejszym stoku kotwicy.

Zespół zestyków, za pomocą których dokonuje się zamykania, otwierania i przełączania obwodów elektrycznych, składa się ze stykowych sprężyn ruchomych *14* i nieruchomych *15* oraz sprężyn oporowych *16*, przekładek izolacyjnych *17*, izolacyjnej pionowej płytki sterującej *18* i z samych styczek *19*.

Zespoły zestyków są sterowane pionową płytką izolacyjną, sztywno przymocowaną do kotwicy.

W przekaźnikach TR są trzy rodzaje zestyków: zestyk przełączny ze wzmocnionymi styczkami, zestyk zwierny i zestyk rozwierny ze styczkami normalnymi.

Sprężyny stykowe różnią się między sobą wymiarami i kształtem w zależności od ich przeznaczenia. Są one wykonane z blachy fosforowej walcowanej, grubości 0,35 do 0,02 mm dla zestyków normalnych i 0,5 mm dla zestyków wzmocnionych.

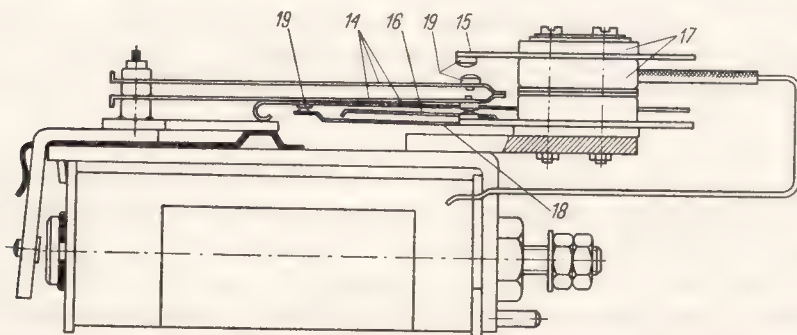
Sprężyny oporowe zapobiegają wibracji sprężyn stykowych podczas pracy przekaźnika i zapewniają odpowiednie odległości między rozwartymi styczkami.

Styczki normalne są wykonane ze srebra, przy czym jedna z nich jest płaska, a druga półkolista o średnicy około 2,2 mm. Styczki wzmocnione stanowią dwa masywne cylinderki o średnicy 4,5 mm wykonane ze stopu srebro-kadm.

Górne zestyki obu typów sprężyn stykowych są podwójne, wykonane w kształcie rozdzielonych końców sprężyn.

Przekaźnik impulsujący TR-3B

Przekaźnik kodowy tworzący z dodatkowymi elementami przekaźnik imi pulsujący TR-3B ma również trzy zespoły sprężyn stykowych ze wzmocnionym-



Rys. I-77. Ogólny widok przekaźnika kodowego TR-3B
(oznaczenia jak na rys. I-76)

styczkami w jednym zespole. Układ zestyków przekaźnika TR-3B jest pokazany na rysunku I-77. Wzmocnione styczki znajdują się na wzmocnionych sprężynach przymocowanych bezpośrednio do kotwicy, a więc po przeciwnej stronie przekaźnika (a nie tak, jak to jest normalnie).

Przekaźnik TR-3B w stosunku do przekaźnika TR-3A różni się tym, że ma innej konstrukcji izolacyjną płytę zaciskową (rys. I-74b), mniejszą liczbę zwojów cewki przekaźnika kodowego, a więc mniejszą oporność uzwojenia. Różni się schematem wewnętrznych połączeń przekaźników (rys. I-75) i innym rozwiązaniem konstrukcyjnym zestyków przekaźnika kodowego.

Oprócz tego różni się: skokiem kotwicy, naciskiem styczek, długością szczeliny, dopuszczalnym obciążeniem prądowym w obwodzie, które dla przekaźnika TR-3A wynosi 15 A przy napięciu 220 V (50 Hz), a dla TR-3B — przy tym samym napięciu — wynosi 0,7 A.

Liczba gwarantowanych zadziałań dla przekaźnika TR-3A wynosi 1 milion, a dla TR-3B około 15 milionów.

n. Przekaźnik typu JRW-110

Zastosowanie

Wysokoczuły spolaryzowany przekaźnik torowy prądu stałego JRW-110 (rys. I-78) steruje przekaźnikami liczącymi w deszyfratorze za pomocą swego stykowego układu przełącznego *1F/B*. Prostownik umieszczony wewnątrz obudowy przekaźnika umożliwia stosowanie go zarówno w obwodach prądu stałego, jak i zmiennego 50 Hz.

Konstrukcja

Mechanizm przekaźnika znajduje się w szklanej obudowie wykonanej w kształcie walca zamkniętego od dołu podstawą, a od góry płytą zaciskową. Mechanizm ten jest przymocowany do górnej płyty zaciskowej. Szczelna obudowa chroni wnętrze przekaźnika przed wpływami zewnętrznymi. Górna płyta zaciskowa wykonana z materiału izolacyjnego zawiera 7 zacisków (rys. I-79). Dwa zaciski na tej płycie oznaczone symbolami „+" i „—" służą do zasilania przekaźnika prądem stałym, a dwa inne oznaczone znakiem ~ do zasilania prądem zmiennym 50 Hz. Pozostałe 3 zaciski służą do wyprowadzenia połączeń z zestykami, przy czym są to zaciski: *11-A*, *12-F*, *13-B*. Zaciski „+" i „—" mogą jednocześnie służyć jako zaciski kontrolne do pomiaru wyprostowanego napięcia.

Zasadniczymi elementami przekaźnika JRW (rys. I-80) są: *1* — magnes stały, *2* — jarzmo *3÷6* — nabiegunniki z nagwintowanymi śrubami do regulacji, *7* — cewka (uzwojenie przekaźnika), *8* — kotwica z zestykiem ruchomym, *9* — zespół zestyków nieruchomych, *10* — płyta izolacyjna z zaciskami, *11* — szklana obudowa i układ prostowniczy, nie pokazany na rysunku.

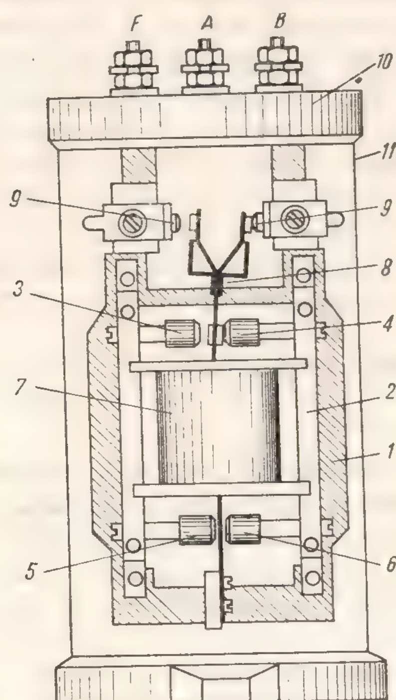
Schemat elektryczny połączeń przekaźnika JRW jest uwidoczniony na rysunku I-81.

Zestyki

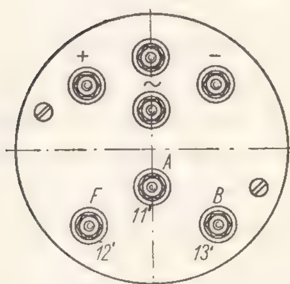
Na rysunku I-82 są pokazane schematycznie ruchome styki przekaźnika, które stanowią całość z kotwicą. Styki ruchome składają się z dwóch cienkich (0,20 do 0,22 mm) brązowych blaszek *1* z przyspawanymi styczkami *2*. Sprę-



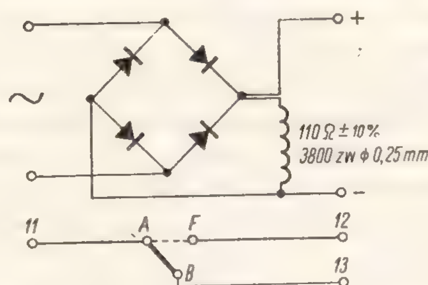
Rys. I-78. Widok ogólny przekaźnika JRW-110



Rys. I-80. Budowa przekaźnika typu JRW-110



Rys. I-79. Płyta zaciskowa przekaźnika typu JRW-110



Rys. I-81. Schemat wewnętrznych połączeń przekaźnika JRW-110

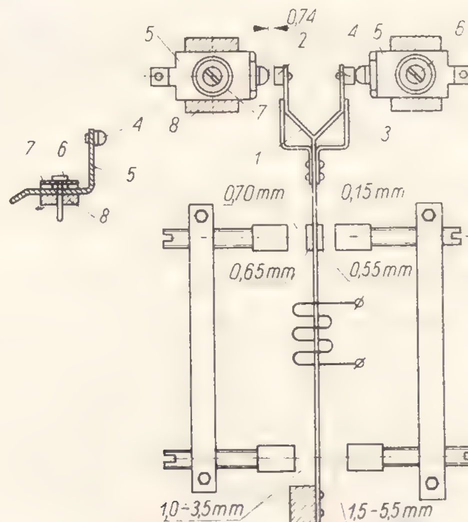
żyny oporowe *3* ograniczają ruchy styczek. Styczki na sprężynach nieruchomych *4* stanowiących styki nieruchome są przymocowane do zagiętych pod kątem prostym ramion stalowych płaskowników *5*. Płaskowniki te za pomocą śrub *6* i podkładek izolowanych *7* i *8* są przymocowane do konstrukcji przekaźnika.

Tablica I-19

Charakterystyka elektryczna przekaźnika JRW — 110

Lp.	Charakterystyczne wielkości	Dla prądu stałego	Dla prądu zmiennego
1	Napięcie przyciągania	1,5 do 1,7 V	do 3,2 V
2	Napięcie zwalniania nie mniejsze	niż 0,6 V	niż 2,0 V
3	Napięcie pracy	2,0 V	3,5 do 4,0 V
4	Dopuszczalne max. napięcie	4,5 V	12 V
5	Prostownik selenowy w układzie Graetza	4 płytki selenowe Ø 25 mm	
6	Napięcie doprowadzone	18 V	18 V 50 Hz
7	Napięcie wyprostowane	13 V	
8	Średnie wyprostowane natężenie prądu	0,15 A	

Styki nieruchome mogą być regulowane za pomocą owalnych otworów w poziomych ramionach stalowych płaskowników. Dawniej styczki były wykonywane z czystego srebra, obecnie zaś z mieszaniny proszku srebrnego z proszkiem z tlenku kadmu.



Rys. I-82. Regulacja przekaźnika JRW-110

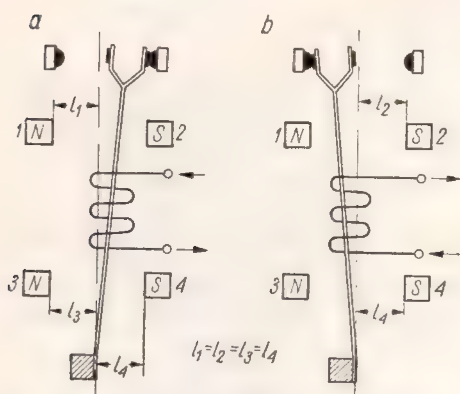
Podczas przepływu przez zestyk przekaźnika prądu o natężeniu 5 A w ciągu 5 minut zestyk nie powinien się nagrzać więcej niż do 110°C ponad temperaturę otoczenia.

Obwód magnetyczny

Magnes stały w kształcie półkola z regulowanymi nabiegunnikami obejmuje połowę cewki. Oprócz pola magnetycznego, które jest wytwarzane przez magnes stały, na kotwicę oddziałuje również pole magnetyczne wytworzone wskutek przepływu prądu przez uzwojenie cewki. Oba wytworzone strumienie magne-

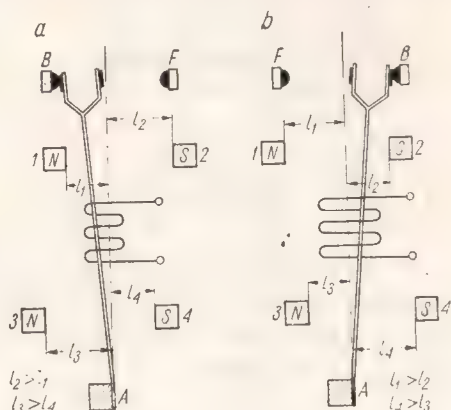
tyczne mogą się sumować lub znosić zależnie od kierunku prądu płynącego w uzwojeniu cewki.

W przekaźniku można wykonywać tzw. regulację neutralną, polegającą na takim umieszczeniu nabiegunników, aby znajdowały się one w jednakowej odległości od osi obojętnej przekaźnika (rys. I-83). W razie przepuszczenia



Rys. I-83. Regulacja neutralna przekaźnika spolaryzowanego

a — wychylenie kotwicy w prawo, b — wychylenie kotwicy w lewo



Rys. I-84. Regulacja ze wstępnym oddziaływaniem pola magnetycznego przekaźnika spolaryzowanego

a — wychylenie kotwicy w lewo, b — wychylenie kotwicy w prawo

impulsu prądu kotwica przekaźnika zostaje przerzucona w jedno ze skrajnych położeń, w którym pozostanie aż do przejścia następnego impulsu, lecz przeciwnego kierunku.

Kotwica w przekaźniku JRW-110 pracuje tylko dla jednego kierunku prądu płynącego przez uzwojenie cewki; po jego przerwaniu wraca do prawego, wyjściowego położenia tak przy wyłączeniu zasilania, jak i przy impulsie prądu przeciwnego kierunku. Aby uzyskać taką pracę kotwicy, należy wykonać jej regulację ze wstępnym oddziaływaniem pola magnetycznego. Regulacja taka polega na zmianie odległości poszczególnych nabiegunników w stosunku do osi obojętnej przekaźnika w sposób ustalony na rysunku I-84.

Podczas oddalania nabiegunników *2* i *4* (rys. I-84a) od osi obojętnej, uzyskuje się regulację z dążeniem kotwicy w lewo, jako do stanu spoczynkowego. Przy oddalaniu nabiegunników *1* i *3* (rys. I-84b) kotwica zmierza w prawo, jako do położenia wyjściowego.

5. Przekaźniki prądu zmiennego

a. Podział przekaźników

W urządzeniach zrk stosowanych na PKP znajdują zastosowanie zarówno przekaźniki prądu stałego, jak i przekaźniki prądu zmiennego, które można podzielić na 2 grupy:

— przekaźniki indukcyjne tarczowe, dwustawne JRV i ERV oraz trzystawne JRY;
— przekaźniki indukcyjne silnikowe, dwustawne JRJ.

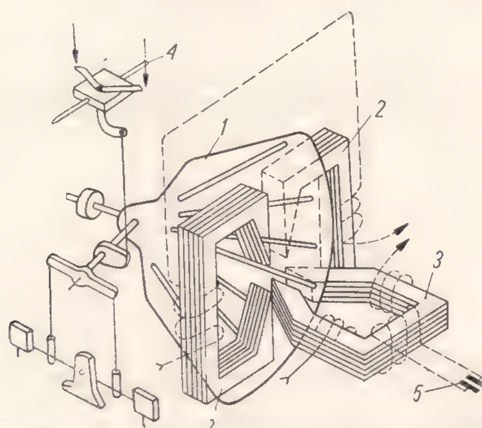
b. Zasada działania przekaźników indukcyjnych tarczowych

Przekaźniki indukcyjne tarczowe mogą być wykonywane jako jednouzwojeniowe (jednofazowe) bądź dwuuzwojeniowe (dwufazowe).

Przekaźniki jednouzwojeniowe nie mogą być stosowane w obwodach urządzeń zrk, gdyż do wytworzenia odpowiedniego momentu obrotowego i dostatecznie dużej siły naciskowej między styczkami przekaźnik jednouzwojeniowy pobierałby znaczną moc, przy zwiększonych stratach mocy w obwodzie. Dla uzyskania dużej mocy przekaźnik musiałby być zasilany prądem o stosunkowo dużym natężeniu, który płynąłby do przekaźnika przez tok szynowy. Aby tego uniknąć, stosuje się zwykle przekaźniki dwufazowe z 2 uzwojeniami — lokalnym i torowym lub kontrolnym zasilanych prądem zmiennym.

Przekaźnik dwuuzwojeniowy ma 2 uzwojenia nawinięte na oddzielnych rdzeniach (rys. I-85). Jedno z uzwojeń stanowi magnetyczny układ torowy lub kontrolny, a drugie — magnetyczny układ lokalny.

Uzwojenie lokalne (miejscowe) jest przyłączone do lokalnego źródła prądu o napięciu 220 V (rzadziej 110 V), natomiast uzwojenie kontrolne lub torowe przyłączone jest do obwodu kontrolnego zwrotnicy lub obwodu torowego



Rys. I-85. Zasada budowy indukcyjnego przekaźnika tarczowego z kondensatorem w obwodzie uzwojenia torowego

— tarcza aluminiowa, 2 — elektromagnes uzwojenia lokalnego, 3 — elektromagnes uzwojenia torowego, 4 — zestyk, 5 — kondensator

odcinka izolowanego. Najczęściej źródło prądu przyłączone do uzwojenia kontrolnego ma napięcie 110 V, a do uzwojenia torowego — o napięciu do 10 V. Większą część energii potrzebną do pracy przekaźnika dostarcza uzwojenie lokalne.

Tarcza aluminiowa w przekaźnikach dwustawnych (JRV) może zajmować

dwa położenia odpowiednio do biernego i czynnego stanu przekaźnika. W przekaźnikach trzystawnych ruchoma tarcza aluminiowa może zajmować trzy położenia, z których jedno odpowiada biernemu stanowi przekaźnika, gdy wyłączone jest zasilanie w jednym uzwojeniu przekaźnika lub gdy przekaźnik jest bez prądu (tarcza w środkowym położeniu), drugie — normalnemu zasilaniu przekaźnika (tarcza w jednym skrajnym położeniu) oraz trzecie — gdy zasilanie jednego z uzwojeń (najczęściej torowego) odbywa się przy odwróconej fazie, wskutek czego tarcza przechodzi w drugie skrajne położenie.

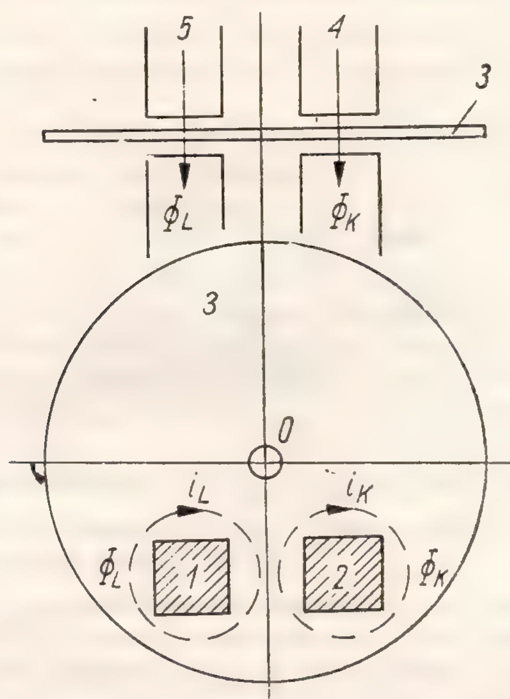
W obu typach przekaźników aluminiowa tarcza w kształcie wycinka kołowego (sektora) porusza się między nabiegunnikami elektromagnesów. W tarczy tej (rys. I-85) znajdują się promieniste podłużne wycięcia, służące do nadawania odpowiedniego kierunku prądom indukowanym.

Przekaźniki indukcyjne tarczowe dwufazowe działają na zasadzie wzajemnego oddziaływania strumieni magnetycznych obu uzwojeń i prądów indukcyjnych wytworzonych w tarczy aluminiowej przekaźnika.

Przekaźniki silnikowe zaś działają pod wpływem wirującego pola magnetycznego.

Strumienie magnetyczne elektromagnesów przechodzą przez tarczę aluminiową indukując w niej prądv i_L oraz i_K (rys. I-86).

Prądy indukowane przez jeden strumień magnetyczny przebiegają częściowo w obrębie drugiego strumienia i odwrotnie, wskutek czego strumienie magne-



Rys. I-86. Zasada działania dwuuzwojeniowych przekaźników indukcyjnych
1 i *2* — rdzenie, *3* — tarcza aluminiowa, *4* — elektromagnes uzwojenia torowego, *5* — elektromagnes uzwojenia lokalnego

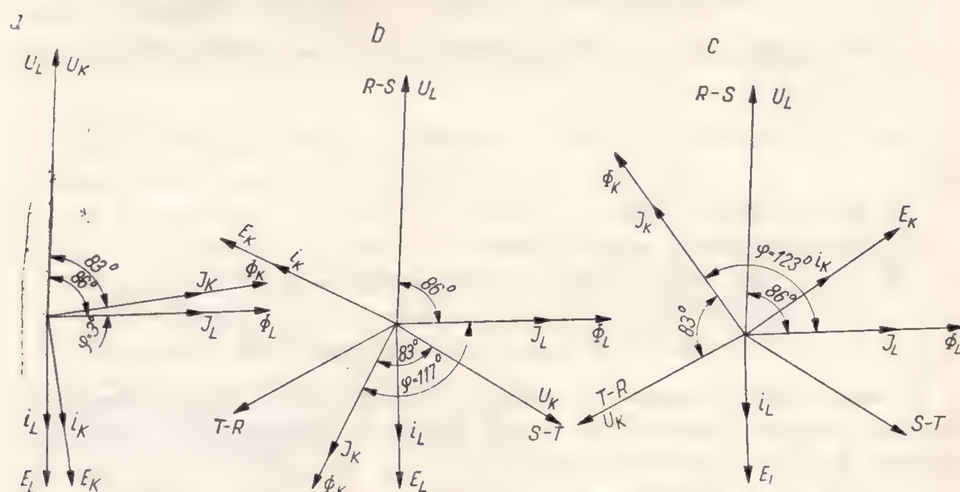
tyczne oddziałujące na prądy indukcyjne tarczy aluminiowej powodują powstanie momentu obrotowego, potrzebnego do uruchomienia tarczy aluminiowej.

Rdzenie obu układów magnetycznych są przymocowane do mosiężnego wspornika, przyśrubowanego do dna skrzynki staliwnej.

Układ magnetyczny elektromagnesu lokalnego składa się z 2 oddzielnych rdzeni w kształcie podkowy, osadzonych po obu stronach tarczy. Uzwojenia osadzone na obu rdzeniach są połączone szeregowo i stanowią lokalne uzwojenie przekaźnika, które jest zasilane zwykle z miejscowego źródła prądu o napięciu U_L.

Układ magnetyczny elektromagnesu kontrolnego jest wykonany z rdzenia w kształcie podkowy, który swymi nabiegunnikami obejmuje tarczę. Na rdzeniu tym osadzone jest uzwojenie zasilane z obwodu kontrolnego prądem o napięciu U_K, często za pośrednictwem odpowiedniego transformatora przekaźnikowego.

Zmienny strumień magnetyczny Φ_L jest wywołany przez prąd J_L płynący w uzwojeniu lokalnym, wskutek zasilania tego uzwojenia prądem zmiennym sinusoidalnym o napięciu U_L. Strumień Φ_L w tarczy aluminiowej indukuje siłę elektromotoryczną E_L oraz prąd i_L, których wektory są opóźnione względem wektora strumienia Φ_L o kąt 90° (rys. I-87).



Rys. I-87. Wykresy wektorowe prądów, napięć i strumieni magnetycznych dla przekaźników typu JRV i JRY zasilanych z różnych faz

a — uzwojenie lokalne i torowe (kontrolne) zasilane z tej samej fazy, *b* — uzwojenie lokalne zasilane z fazy *RS*, a torowe z fazy *ST*, *c* — uzwojenie lokalne zasilane z fazy *RS*, a torowe z fazy *TR*

E_L — siła elektromotoryczna indukowana w tarczy aluminiowej, i_K i i_L — prądy indukowane w tarczy aluminiowej, J_K — natężenie prądu w uzwojeniu kontrolnym, J_L — natężenie prądu w uzwojeniu lokalnym, U_K — napięcie w uzwojeniu kontrolnym, U_L — napięcie w uzwojeniu lokalnym, Φ_K — strumień magnetyczny wywołany prądem J_K, Φ_K — strumień magnetyczny wywołany prądem J_K, Φ_L — strumień magnetyczny wywołany prądem J_L

Zmienny strumień magnetyczny Φ_K torowego układu magnetycznego wywołany jest prądem J_K, płynącym w uzwojeniu torowym wskutek zasilania go napięciem sinusoidalnie zmiennym U_K. Strumień magnetyczny Φ_K uzwojenia kontrolnego indukuje w tarczy aluminiowej siłę elektromotoryczną E_K oraz prąd i_K.

Strumień magnetyczny Φ_K uzwojenia kontrolnego oddziałując na indukowany prąd i_L wywołuje powstanie jednego momentu obrotowego; drugi moment obrotowy powstaje wskutek oddziaływania strumienia magnetycznego Φ_L uzwojenia lokalnego na prąd indukowany i_K.

Jeżeli uzwojenia są zasilane prądami z faz *RS* i *ST* (rys. I-87b), to otrzymujemy większy moment obrotowy niż przy zasilaniu z faz *RS* i *TR*. Jest to uzasadnione tym, że w pierwszym przypadku kąt $\varphi = 117°$ (rys. I-87b) ma mniejsze odchylenie od najkorzystniejszego kąta 90°, niż gdy kąt $\varphi = 123°$ (rys. I-87c).

Można więc ogólnie stwierdzić, że moment obrotowy — wywołany strumieniem magnetycznym wytworzonym przez układ kontrolny Φ_K i oddziałującym na indukowany przez uzwojenie lokalne prąd i_L — wyniesie:

$$M_K = c_K \Phi_K \cdot i_L \cos[90-(\varphi+\alpha)] = c_K \Phi_K \cdot i_L \cdot \sin(\alpha+\varphi)$$

Moment obrotowy pochodzący od strumienia wytworzonego przez układ lokalny Φ_L i oddziałującego na prąd indukowany przez uzwojenie kontrolne i_K analogicznie wyniesie

$$M_L = -c_L \Phi_L \cdot i_K \cdot \cos[90-(\alpha-\varphi)] = c_L \Phi_L \cdot i_K \cdot \sin(\alpha-\varphi)$$

Moment wypadkowy, powodujący ruch tarczy, równa się różnicy obu obliczonych momentów, a więc

$$M = M_K - M_L = c_K \cdot \Phi_K \cdot i_L \cdot \sin(\alpha+\varphi) - c_L \cdot \Phi_L \cdot i_K \cdot \sin(\alpha-\varphi)$$

gdzie:

c_K, c_L — wielkości stałe,
Φ_K, Φ_L — strumienie magnetyczne,
i_K, i_L — prądy indukowane w tarczy aluminiowej,
φ — kąt przesunięcia fazowego między J_K i J_L, oraz Φ_K i Φ_L,
α — kąt przesunięcia fazowego i_L i i_K oraz E_L i E_K.

W razie równych wartości strumieni i prądów oraz braku przesunięcia między wektorami strumieni Φ_L i Φ_K, wektorami prądów indukowanych i_L oraz i_K, moment wypadkowy będzie się równał zeru, wobec czego tarcza ruchoma nie będzie się mogła poruszać.

Wiadomo, że prądy indukowane i_L oraz i_K są proporcjonalne do wywołujących je strumieni Φ_L i Φ_K, wobec czego równanie może po przekształceniu uzyskać postać

$$M = c \cdot \Phi_L \cdot \Phi_K \cdot [\sin(\alpha+\varphi) - \sin(\alpha-\varphi)]$$

Ale z pewnym przybliżeniem możemy stwierdzić, że wielkości strumieni magnetycznych Φ_L i Φ_K przy nieznacznym nasyceniu rdzeni są proporcjonalne do wzbudzających je amperozwojów, a więc do wielkości prądów magnesowania J_L oraz J_K, zatem wzór przybierze formę

$$M = c \cdot J_L \cdot J_K [\sin(\alpha+\varphi) - \sin(\alpha-\varphi)]$$

a po przekształceniu otrzymamy ostatecznie

$$M = c \cdot J_L \cdot J_K \cdot \sin \varphi$$

Na tej podstawie możemy wyciągnąć następujące wnioski.

Wypadkowy moment obrotowy osiągnie największą wartość przy $\sin \varphi = 1$, a więc przy najmniejszym poborze mocy tylko wówczas, gdy wektor strumienia Φ_K będzie w fazie z wektorem prądu i_L, a więc wektor prądu zasilającego uzwojenie lokalne J_L będzie wyprzedzał o kąt 90° wektor prądu zasilającego uzwojenie kontrolne J_K.

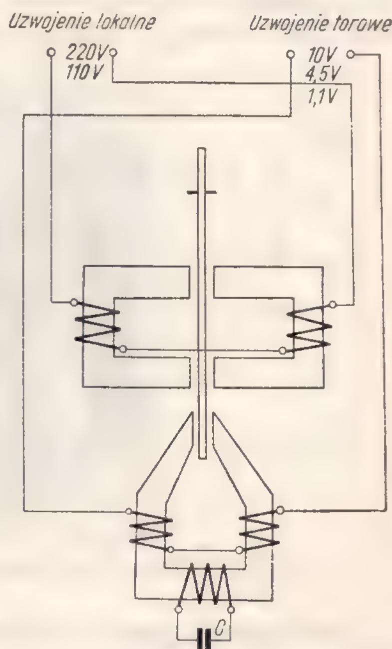
To samo dotyczy wektora strumienia Φ_L, który powinien być w fazie z wektorem prądu indukowanego przez uzwojenie kontrolne i_K, zatem wówczas, gdy wektor prądu zasilającego uzwojenie kontrolne J_K będzie cofnięty o kąt 90° w stosunku do wektora prądu J_L. Stan taki można osiągnąć w krótkich obwodach torowych.

Przekaźnik pracujący w długich obwodach torowych wymaga zastosowania kondensatora C (rys. I-88), powodującego bardziej korzystne przesunięcie fazowe między fazami lokalną a torową, co w rezultacie zmniejsza pobór mocy z obwodu torowego. Kondensator włącza się wówczas równolegle z dodatkowym uzwojeniem osadzonym na rdzeniu elektromagnesu torowego.

Dla uzyskania potrzebnego przesunięcia fazowego między napięciem uzwojenia lokalnego a napięciem uzwojenia torowego w niektórych przekaźnikach łączy się szeregowo uzwojenie lokalne z opornikiem o określonej oporności czynnej.

Jeżeli na zaciskach jednego z uzwojeń, np. torowego, zamienimy przewody lub zmienimy kierunek przepływu prądu tak, że nastąpi zmiana znaku kąta φ i wielkości $\sin \varphi$, to nastąpi zmiana kierunku działania momentu i obrotu tarczy.

Potrzebną wielkość momentu obrotowego można uzyskać dla różnych wielkości prądów magnesowania J_L oraz J_K, lecz przy stałym ich iloczynie.



Rys. I-88. Schemat połączeń uzwojeń elektromagnesów z obwodem kondensatorowym dla przekaźnika typu JRV 11

Wykorzystanie tej właściwości pozwala na szerokie zastosowanie przekaźników dwuuzwojeniowych (dwufazowych) w elektrycznych obwodach torowych. Dlatego to prądy otrzymywane z obwodów torowych mogą być bardzo małe, lecz wielkość momentu obrotowego może być dość znaczna, wskutek możliwości pobierania przez przekaźnik odpowiedniej wielkości prądu ze źródła lokalnego zasilania.

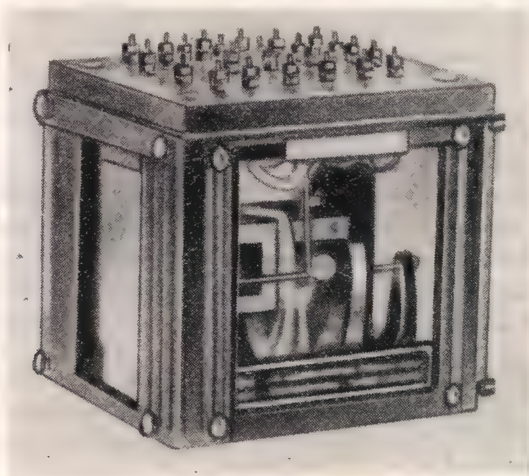
Gdyby jednak zasilanie któregokolwiek uzwojenia zostało przerwane, wówczas tarcza zajmie położenie bierne i — pomimo zwiększenia poboru mocy przez drugie uzwojenie — nie zmieni tego położenia.

Przekaźniki indukcyjne typu JRV oraz JRY, używane w obwodach torowych na liniach z trakcją na prąd zmienny jednofazowy, powinny być przystosowane do częstotliwości innej niż częstotliwość prądu trakcyjnego; zwykle przystosowuje się je do częstotliwości $16^2/_3$, 33, 75 Hz i innych. Na liniach z trakcją na prąd stały przekaźniki na prąd zmienny są przystosowane do częstotliwości 50 Hz.

c. Przekaźnik dwustawny typu JRV

Zastosowanie

Przekaźniki dwustawne typu JRV (rys. I-89) są stosowane w obwodach torowych prądu zmiennego jako przekaźniki torowe do kontroli zajętości rozjazdu lub odcinka toru. W urządzeniach blokady samoczynnej przekaźnik ten znajduje zastosowanie w krótszych odcinkach torowych; jego zadaniem jest sterowanie światłem czerwonym na semaforze odstępowym blokady samoczynnej.



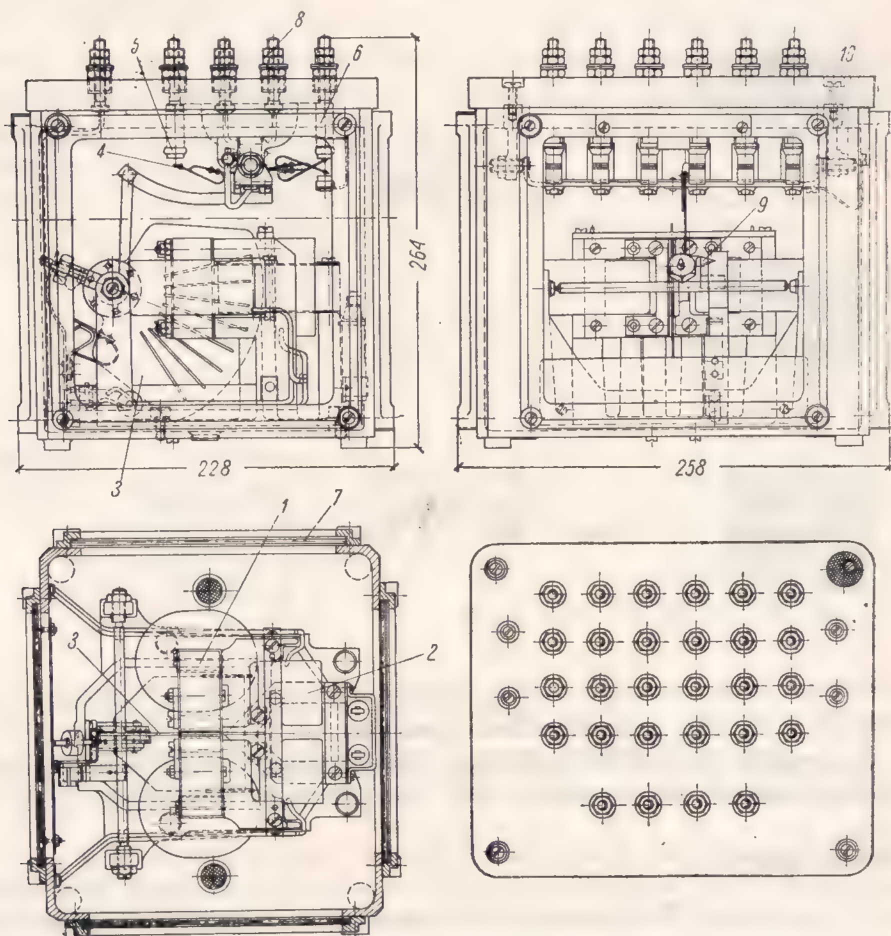
Rys. I-89. Ogólny widok przekaźnika typu JRV

Stosowane są 2 rodzaje przekaźników typu JRV: przekaźnik JRV 11 z kondensatorem i dodatkowym uzwojeniem (rys. I-88), które stanowią obwód rezonansowy, oraz normalny przekaźnik JRV 10 (rys. I-88, lecz bez kondensatora połączonego równolegle z cewką).

Uzwojenie lokalne przekaźnika typu JRV jest zasilane prądem o napięciu 220 lub 110 V z obwodu lokalnego, a uzwojenie torowe — prądem o napięciu 1,1; 4,5 lub 10 V z obwodu odcinka torowego (rys. I-88). Wszystkie części przekaźnika typu JRV (rys. I-90), są zamknięte w skrzynce staliwnej, mającej szybkę w każdej ściance bocznej. Górną pokrywę skrzynki staliwnej stanowi

płyta bakelitowa z rozmieszczonymi na niej zaciskami, do których przyłącza się przewody obwodów zewnętrznych.

Zaciski przekaźnika rozmieszczone są w 5 rzędach równoległych, przy czym w 4 rzędach jest po 6 zacisków, a w piątym — tylko 4 zaciski.



Rys. I-90. Konstrukcja przekaźnika typu JRV

1 — rdzeń uzwojenia lokalnego, *2* — rdzeń uzwojenia torowego, *3* — tarcza aluminiowa, *4* — sprężyna stykowa, *5* — styczka, *6* — obudowa, *7* — szybka szklana, *8* — zacisk, *9* — wskaźnik położenia, *10* — płyta bakelitowa

Dwa z nich oznaczone literą T (torowe) lub K (kontrolne) służą do przyłączania napięcia torowego lub kontrolnego, pozostałe oznaczone literą L lub M służą do przyłączania napięcia miejscowego (lokalnego).

Zestyki

Zaciski połączone ze sprężynami styków ruchomych są oznaczone w jednym rzędzie — od A_1 do A_6, a w drugim — od A_7 do A_{12}. Dolne nieruchome styki zwierne przyłączone są do zacisków oznaczonych literami od F_1 do F_6, a górne

Tablica I-20

Rozmieszczenie zacisków i rodzaje zestyków w przekaźnikach typu JRV

Płyta zaciskowa		Rodzaje zestyków			
Rozmieszczenie zacisków	Układ zestyków	Wykonanie	Czynność	Oznaczenie zestyków	Rodzaj zestyku
	6F, 6B		Jedna para styków łączy, druga przerywa	1F, 1B	Jeden styk zwierny, jeden rozwierny
	8F, 4B				
	10F, 2B		Dwie pary styków łączą	2F	Dwa styki zwierne

nieruchome styki rozwierne — do zacisków od B_7 do B_{12}. Zestyki złożone z wymienionych styków stanowią układ niezależny.

Przekaźniki typu JRV mogą mieć zaciski rozmieszczone i przystosowane do następujących grup zestyków: *6F*, *6B*; *8F*, *4B*; *10F*, *2B* (tabl. I-20).

Obwód magnetyczny

Na rysunku I-91 pokazano układ magnetyczny przekaźnika typu JRV i zasilanie uzwojeń obu układów magnetycznych, torowego i lokalnego.

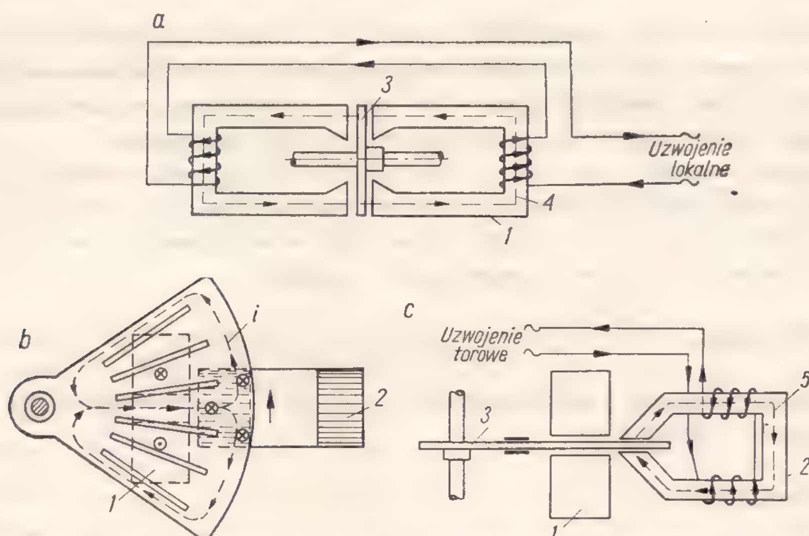
Linie przerywane wskazują kierunek strumieni magnetycznych wzbudzonych tymi prądami.

Przy zaznaczonych kierunkach prądów i strumieni tarcza podniesie się do góry zgodnie ze wskazaniami strzałki (rys. I-91b). Zmiana kierunku przepływu któregokolwiek z prądów spowoduje przesunięcie się tarczy w kierunku przeciwnym do poprzedniego, a więc w dół. To zjawisko zostało wykorzystane w przekaźnikach indukcyjnych trzystawnych omówionych na str. 126.

Tarcza aluminiowa obraca się w szczelinach obu układów magnetycznych; położenie jej określa się za pomocą przymocowanego do niej wskaźnika. W krańcowych położeniach ruch tarczy hamują specjalne sprężyny amortyzujące, które zapobiegają drganiom sprężyn stykowych przy zwieraniu się styczek.

Dla zmniejszenia momentu potrzebnego do uruchomienia przekaźnika, tarcza ma przeciwciężar w kształcie nakrętek osadzonych na nagwintowanym sworzniu, przymocowanym do jej tylnej części. Moment zwrotny przekaźnika może być regulowany przez odpowiednie przesuwanie nakrętek, ale tylko po uprzednim zdjęciu plomby.

Jak wiadomo siła, z jaką porusza się przewodnik pod prądem w polu magnetycznym, jest proporcjonalna do wielkości natężenia płynącego prądu i pola magnetycznego. Siłę potrzebną do poruszania się przewodnika można uzyskać przez zwiększenie natężenia prądu albo pola magnetycznego.



Rys. I-91. Układ magnetyczny przekaźnika typu JRV

a — przepływ prądu w uzwojeniu lokalnym, *b*, *c* — przepływ prądu w uzwojeniu torowym

i — prąd indukowany w tarczy aluminiowej, 1 — rdzeń uzwojenia lokalnego, 2 — rdzeń uzwojenia torowego, 3 — tarcza aluminiowa, 4 — strumień magnetyczny uzwojenia lokalnego Φ_L, 5 — strumień magnetyczny uzwojenia torowego Φ_K

Dla uzyskania więc pewnej potrzebnej siły, z jaką ma się poruszać tarcza aluminiowa, można w niej indukować prąd o dużym natężeniu (pochodzący z uzwojenia lokalnego) oraz działające na nią niewielkie pole magnetyczne, wytwarzane przez uzwojenie torowe. Z tego względu do zasilania uzwojenia lokalnego stosuje się prąd o napięciu 110 lub 220 V, a do zasilania uzwojenia torowego — o napięciu poniżej 10 V.

Zmieniając swoje położenie tarcza aluminiowa uruchamia poziomą poprzeczkę za pomocą dźwigni połączonej z osią tarczy. Poruszona zaś poprzeczka steruje ruchomymi sprężynami stykowymi, które są umocowane na mostku, po 6 sztuk z każdej strony. Sprężyny styków ruchomych są połączone z odpowiednimi zaciskami *A* za pomocą giętkiej taśmy miedzianej.

Natężenie prądu płynącego w uzwojeniu torowym i lokalnym jest zależne od napięcia prądu zasilania i oporności obwodów. Przy zasilaniu prądem zmiennym o częstotliwości 50 Hz w uzwojeniu kontrolnym przekaźnika o układzie zestyków *6F*, *6B*, natężenie prądu J_K wynosi:

0,36 A dla napięcia $U_K = 1{,}1$ V;
0,12 A „ „ $U_K = 4{,}5$ V;
0,1 A „ „ $U_K = 6$ V;
0,062 A „ „ $U_K = 10$ V;

natomiast w uzwojeniu lokalnym tego przekaźnika natężenie prądu J_L wynosi:

0,44 A dla napięcia $U_L = 110$ V;
0,22 A „ „ $U_L = 220$ V.

Zestyki

W biernym stanie przekaźnika tarcza jest zwolniona i opadnięta, a sterowane nią sprężyny ruchome łączą styki ruchome *A* z nieruchomymi stykami dolnymi *B*. Gdy przekaźnik jest wzbudzony, wówczas tarcza unosi się w górę, a styki ruchome łączą się z górnymi stykami nieruchomymi *F*.

Podczas zwierania się zarówno zestyków zwiernych jak i rozwiernych wzajemny poślizg styczek wynosi 0,5 mm; styczki naciskają na siebie z siłą 20 G.

Styczki osadzone na stykach ruchomych są wykonane ze srebra, styczki zaś nieruchome — z prasowanego węgla z brązem.

Czasy działania

Czas przyciągania kotwicy przekaźnika typu JRV wynosi około 0,12 s, a czas zwalniania — około 0,1 s.

Dane techniczne

Moc pobierana przez uzwojenie lokalne wynosi około 50 W, a przez uzwojenie torowe — od 0,25 do 0,6 W przy $\varphi = 90°$.

Wymiary przekaźnika: wysokość — 264 mm, długość — 258 mm i szerokość — 228 mm, ciężar zaś — około 16 kG.

W czasie przewozu przekaźników typu JRV oraz JRY, ich tarcze są unieruchomione w położeniu środkowym za pomocą śruby ustalającej, wkręconej w otwór w dnie skrzynki staliwnej. Podczas ustawiania przekaźnika na półce stojaka śrubę ustalającą należy nieco wykręcić lub usunąć i osadzić na jej miejscu wkręt chroniący wnętrze przekaźnika przed zanieczyszczeniem.

W tablicy I-21 podano charakterystyczne wielkości kilku rodzajów przekaźników typu JRV.

d. Przekaźnik indukcyjny typu ERV

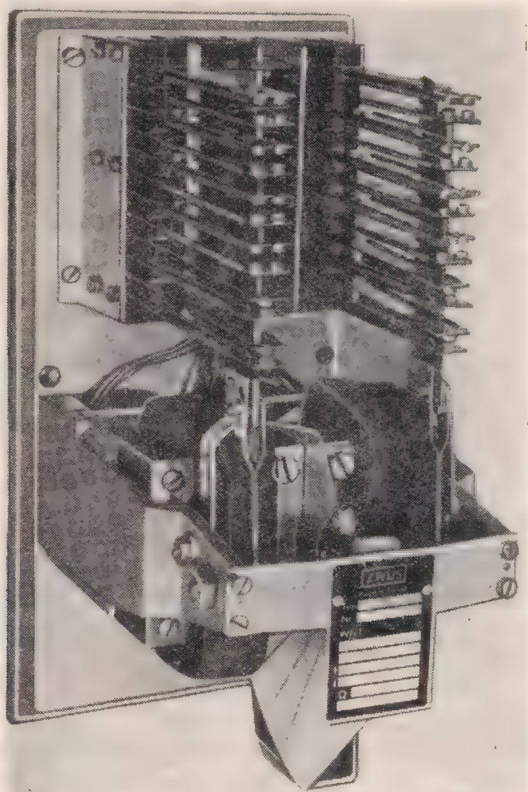
Zastosowanie

Przekaźnik indukcyjny ERV (rys. I-92) jest połączeniem przekaźnika JRV i JRK, gdy chodzi o układy zestyków. Jest on przekaźnikiem wtykowym, skonstruowanym przez Zakłady Wytwórcze Urządzeń Sygnalizacyjnych w Weł-

Przekaźniki JRV

Oznaczenie	Napięcie znamionowe uzwojenia lokalnego [V]	Napięcie znamionowe uzwojenia torowego [V]	Częstotliwość [Hz]	Zużycie prądu przy napięciu znamionowym uzwojenia lokalnego [mA]	Zużycie prądu przy napięciu znamionowym uzwojenia torowego [mA]
a. Układ zestyków *6F, 6B*					
JRV 10101	110	1,1	50	440	360
10102	110	4,5	50	440	120
10103	110	4,5	75	375	150
10104	110	6,0	50	440	100
10105	110	10,0	50	440	62
10106	220	1,1	50	220	360
10107	220	4,5	50	220	120
10108	220	10,0	50	220	62
b. Układ zestyków *8F, 4B*					
JRV 10201	110	1,1	50	440	380
10202	110	4,5	50	440	125
10203	110	4,5	75	375	160
10204	110	6,0	50	440	105
10205	110	10,0	50	440	64
10206	220	1,1	50	220	380
10207	220	4,5	50	220	125
10208	220	10,0	50	220	64
c. Układ zestyków *10F, 2B*					
JRV 10301	110	1,1	50	440	400
10302	110	4,5	50	440	130
10303	110	4,5	75	375	170
10304	110	6,0	50	440	110
10305	110	10,0	50	440	66
10306	220	1,1	50	220	400
10307	220	4,5	50	220	130
10308	220	10,0	50	220	66
d. Układ zestyków *10F, 2B* dla przekaźnika wyposażonego w kondensator					
JRV 11301	110	4,5	50	440	55
11302	110	4,5	75	375	75

nowcu i znajduje się obecnie w stadium doświadczalnym, a po wypróbowaniu oraz stwierdzeniu jego przydatności będzie mógł być udostępniony do ogólnego użytkowania.



Rys. I-92. Ogólny widok przekaźnika indukcyjnego typu ERV

Przekaźnik ERV jest przewidziany do zastąpienia stosowanego dotychczas przekaźnika indukcyjnego JRJ, który ma stosunkowo długie czasy działania. Parametry elektryczne i czasowe przekaźnika ERV odpowiadają parametrom przekaźnika JRV.

Konstrukcja

Osłonę przekaźnika stanowi pokrywa z przezroczystego polistyrenu, zapewniającą dobrą widoczność wszystkich elementów oraz umożliwiająca jednocześnie plombowanie przekaźnika.

Tarcza aluminiowa, podobnie jak w przekaźniku JRV, porusza się między biegunami uzwojeń liniowego i lokalnego, przy czym pola magnetyczne pochodzące od obu uzwojeń są przesunięte w fazie względem siebie.

Tarcza aluminiowa steruje zestykami za pomocą połączenia przegubowego. Ruch tarczy aluminiowej jest wymuszony przez wytworzenie w niej prądów

wirowych, pochodzących od jednego pola magnetycznego i działanie nań sił drugiego pola. Siły te powodują częściowy obrót tarczy aluminiowej w ustalonym kierunku.

Obwód magnetyczny

Pola magnetyczne wytworzone są przez dwa układy elektromagnetyczne, dzielące się na układ torowy i lokalny.

Najmniejszą moc pobiera przekaźnik wówczas, gdy oba napięcia zasilające są przesunięte w fazie o 90°.

Zestyki

Przekaźniki typu ERV mają w zasadzie styczki srebro-srebro, a niektóre z nich mają styczki srebro-miedziografit, co zapewnia niezgrzewalność styczek.

Przekaźniki wtykowe mogą być umieszczone na odpowiednich płytach wtykowych, które mają przeznaczenie tylko dla danego typu przekaźnika, a taki dobór wyklucza możliwość użycia innego typu przekaźnika.

Dane techniczne

Przekaźnik ten charakteryzuje mała moc, jaka jest potrzebna do jego uruchomienia (około 1 VA), oraz krótkie czasy działania (przyciąganie lub opadanie) wynoszące około 150 ms.

Przekaźnik ERV jest przystosowany do pracy w temperaturze otoczenia od −40 do +70°C i wilgotności względnej wynoszącej do 80%.

Wielkości charakterystyczne niektórych typów przekaźników ERV są podane w tablicy I-22.

Tablica I-22

Przekaźniki ERV

Typ przekaźnika o układzie zestyków			Obwód lokalny znamionowe		Obwód lokalny znamionowe	
6F+6B	*8F+4B*	*10F+2B*	napięcie [V]	prąd [mA]	napięcie [V]	prąd [mA]
ERV 10101 11101	ERV 10201 11201	ERV 10301 11301	220	300	4,5	190
ERV 10102 11102	ERV 10202 11202	ERV 10302 11302	220	300	10	85
ERV 10103 11103	ERV 10203 11203	ERV 10303 11303	220	300	110	115
ERV 10104 11104	ERV 10204 11204	ERV 10304 11304	110	600	4,5	190
ERV 10105 11105	ERV 10205 11205	ERV 10305 11305	110	600	10	85

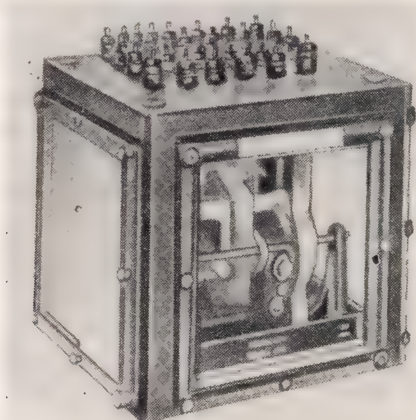
Uwaga: przekaźniki ERV 10 są przekaźnikami zaciskowymi, a ERV 11 — stykowymi.

Ciężar przekaźnika ERV wynosi około 4 kG, a jego wymiary są następujące: wysokość 260 mm, szerokość 125 mm, długość 162 mm.

e. Przekaźnik trzystawny typu JRY

Zastosowanie

Przekaźniki typu JRY (rys. I-93) są stosowane w obwodach torowych prądu zmiennego jako przekaźniki torowe.



Rys. I-93. Ogólny widok przekaźnika indukcyjnego typu JRY

I tak w izolowanych obwodach torowych blokady samoczynnej przekaźnik ten jest stosowany w długich odcinkach torowych do sterowania światłami zielonym i pomarańczowym, natomiast w obwodach nastawczych zwrotnicowych — jako przekaźnik do kontroli położenia zwrotnicy.

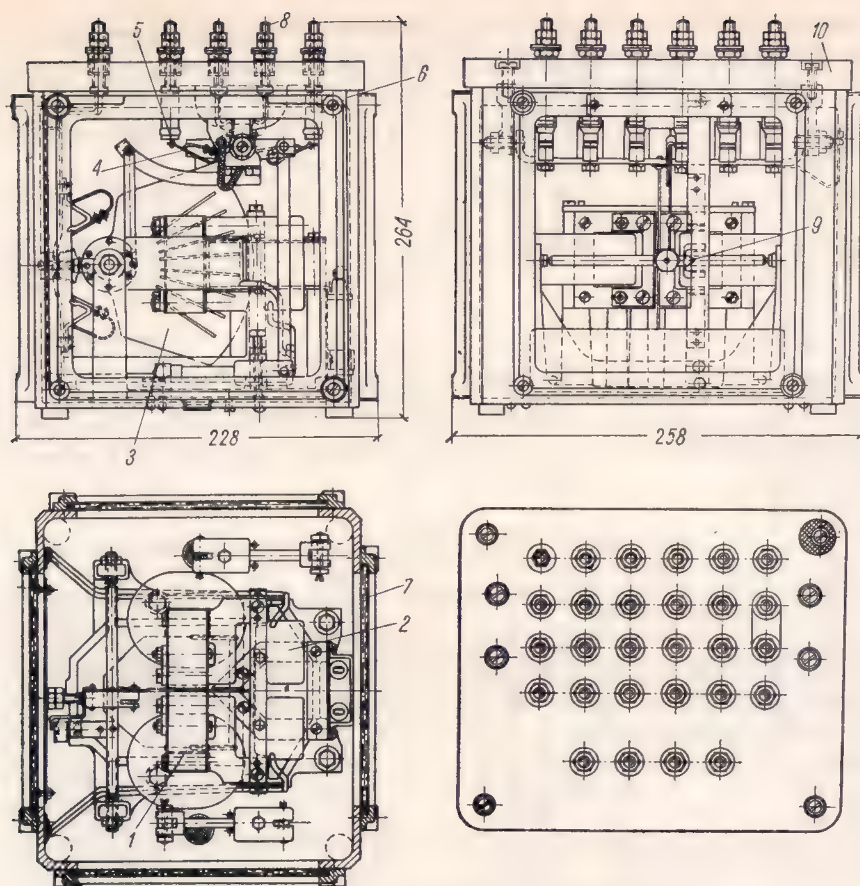
Konstrukcja

Przekaźnik typu JRY (rys. I-94) jest zewnętrznie podobny do przekaźnika JRV. Różni się on jednak od niego tym, że tarcza aluminiowa może przyjmować nie 2, lecz 3 położenia.

Gdy przekaźnik nie jest zasilany lub zasilane jest tylko jedno z jego uzwojeń, tarcza aluminiowa przyjmuje zasadnicze, czyli środkowe położenie. Górne położenie przyjmuje tarcza wtedy, kiedy oba uzwojenia — lokalne i torowe — są zasilane normalnie. Natomiast zmiana kierunku zasilania w jednym z uzwojeń (np. torowym) powoduje przyciągnięcie tarczy ku dołowi. W razie przerwania zasilania któregokolwiek uzwojenia tarcza aluminiowa wraca do położenia zasadniczego (środkowego).

Obwód magnetyczny

Przekaźnik ma 2 niezależne układy magnetyczne, między którymi porusza się tarcza aluminiowa, podobnie jak w przekaźniku typu JRV. Do tarczy tej jest przymocowany wskaźnik określający jej położenie. Gdy tarcza zajmie górne



Rys. I-94. Konstrukcja przekaźnika indukcyjnego typu JRY

1 — rdzeń uzwojenia lokalnego, 2 — rdzeń uzwojenia torowego, 3 — tarcza aluminiowa, 4 — sprężyna stykowa, 5 — styczka, 6 — obudowa, 7 — szybka szklana, 8 — zacisk, 9 — wskaźnik położenia, 10 — płyta bakelitowa

położenie, wówczas wskaźnik jest na dole i jego strzałka wskazuje położenie oznaczone literą *N* lub *F*. Przy opadaniu tarczy do położenia dolnego wskaźnik przesuwa się do położenia górnego, oznaczonego literą *R* lub *B*. Położenie środkowe tarczy nie jest oznaczone literami

Zestyki

Podobnie jak w przekaźniku typu JRV, tarcza wprawia w ruch dźwignię sterującą poprzeczką, a ta porusza ruchomymi stykami rozmieszczonymi na mostku, po 6 sztuk z każdej strony. Styki ruchome są przyłączone do zacisków oznaczonych literami *A*.

Przekaźnik typu JRY może mieć następujące grupy zestyków: *6N*, *6R*; *5N*, *5R*, *1M* (tablica I-23).

Literą *N* są oznaczone zestyki zwierające się przy obrocie tarczy aluminiowej do góry, a literą *R* — zwierające się przy obrocie tarczy aluminiowej ku dołowi.

Tablica I-23

Rozmieszczenie zacisków i rodzaje zestyków w przekaźnikach typu JRY

Płyta zaciskowa		Rodzaje zestyków				
Rozmieszczenie zacisków	Układ zestyków	Wykonanie	Czynność	Oznaczenie	Układ zestyków	Rodzaj zestyku
B7 B8 B9 B10 B11 B12 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A1 A2 A3 A4 A5 A6 F1 F2 F3 F4 F5 F6 K L	*6N, 6R*	1 (R) B A A F(N) 2 (R) B A A F(N)	**Jedna para** styków łączy przy normalnym zasilaniu, **druga para** przy zasilaniu odwróconą fazą	*F, B*	*1N, 1R*	**Jeden styk normalnego zasilania i jeden styk zasilania odwróconą fazą**
B7 B8 B9 B10 B11 B12 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A1 A2 A3 A4 A5 A6 F1 F2 F3 F4 F5 F6 K L	*5N, 5R, 1M*	3 (R) B A A F(N) 4 (R) B A A F(N)	**Jedna para** styków przerywa w stanie wzbudzonym, w stanie biernym dwie pary łączą	*F, B*	*1M*	**Styki łączą w stanie biernym przekaźnika**

Literą *M* oznacza się zestyki rozwierne, które łączą się ze sobą wówczas, gdy przez przekaźnik nie płynie prąd, a tarcza zajmuje środkowe położenie; zestyki te rozwierają się, gdy tarcza obróci się w górę lub w dół.

Nacisk styków ruchomych na styki nieruchome wynosi około 17 G.

Czasy działania

Czas przyciągania kotwicy wynosi około 0,075 s, a czas zwalniania — około 0,082 s.

Dane techniczne

Wymiary przekaźnika: wysokość 264 mm, długość 258 mm i szerokość 228 mm. Ciężar przekaźnika wynosi około 16 kG.

Tablica I-24 zawiera charakterystyczne wielkości różnych typów przekaźników JRY.

f. Zasada działania przekaźników indukcyjnych silnikowych

W indukcyjnym przekaźniku silnikowym ma zastosowanie dwufazowy silnik indukcyjny asynchroniczny.

Silnik umieszczony w przekaźniku ma w stojanie dwa jednakowe uzwojenia przesunięte geometrycznie względem siebie o 90°. Uzwojenia elektromagnesów położonych naprzeciw siebie są połączone ze sobą szeregowo. Uzwojenia te zasilane są prądami zmiennymi, których fazy lokalna i torowa są przesunięte między sobą o około 90°.

Fazę lokalną tworzą zazwyczaj uzwojenia cewek umieszczonych na elektromagnesach poziomych, a fazę torową uzwojenia cewek osadzonych na elektromagnesach pionowych.

Tablica I-24

Przekaźniki JRY

Oznaczenie	Napięcie znamionowe uzwojenia lokalnego [V]	Napięcie znamionowe uzwojenia torowego [V]	Częstotliwość [Hz]	Zużycie prądu przy napięciu znamionowym uzwojenia lokalnego [mA]	Zużycie prądu przy napięciu znamionowym uzwojenia torowego [mA]
a. Układ zestyków *6N, 6R*					
JRY 10101	110	10	50	440	140
10102	110	110	50	440	80
10103	110	110	75	375	110
10104	220	10	50	220	140
10105	220	110	50	220	80
10106	220	220	50	220	30
b. Układ zestyków *5N, 5R, 1M*					
JRY 10201	110	10	50	440	180
10202	110	110	50	440	110
10203	110	110	75	375	145
10204	220	10	50	220	180
10205	220	110	50	220	110
10206	220	220	50	220	35

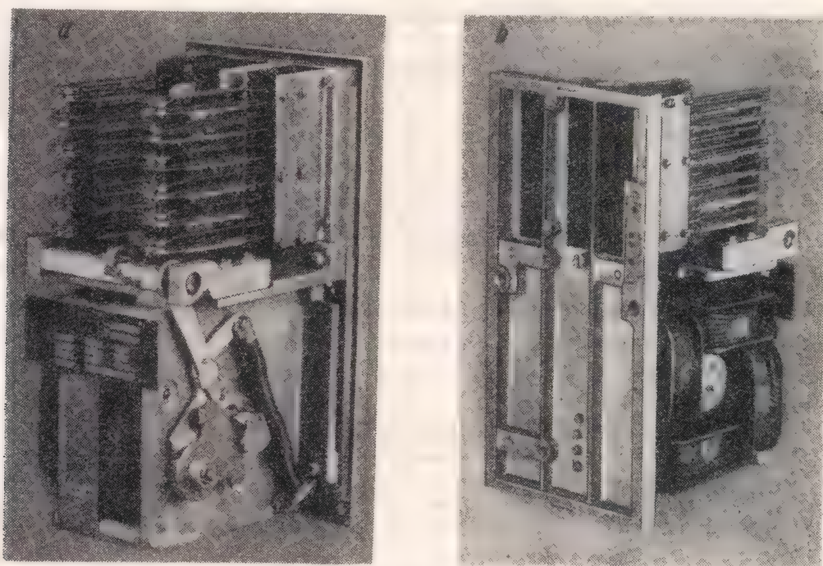
Dla wprowadzenia wirnika w ruch konieczne jest jednoczesne zasilanie obu uzwojeń elektromagnesów. Zmianę kierunku obrotów wirnika uzyskuje się przez zmianę (o 180°) fazy prądu płynącego przez dowolne z dwóch uzwojeń elektromagnesów stojana. W praktyce uzyskuje się to przez zmianę kierunku prądu płynącego przez uzwojenie torowe.

Moment obrotowy silnika jest przenoszony na układ ruchomy przekaźnika.

g. Przekaźnik typu JRJ

Zastosowanie

Przekaźnik wtykowy typu JRJ na prąd zmienny (rys. I-95) jest dwufazowym przekaźnikiem indukcyjnym silnikowym. Przekaźnik ten w zupełności zastępuje dwustawny przekaźnik indukcyjny typu JRV; jest on stosowany w obwodach zwrotnicowych do kontroli położenia iglic.

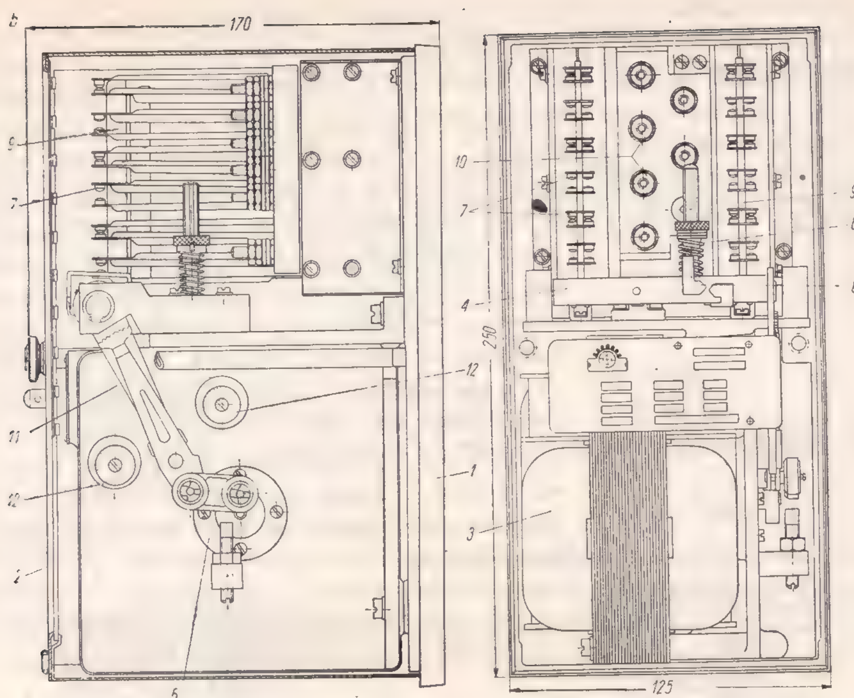


Rys. I-95. Ogólny widok przekaźnika wtykowego na prąd zmienny typu JRJ
a — z przodu, *b* — od strony płyty podstawowej

Konstrukcja

Konstrukcja i sposób działania przekaźnika typu JRJ 11 w starszym wykonaniu są pokazane na rysunku I-96. Do płyty wykonanej z aluminium są przymocowane 4 elektromagnesy zakończone nabiegunnikami, między którymi (w środku) porusza się wirnik bębnowy silnika.

W przekaźniku typu JRJ jest zastosowany dwufazowy silnik indukcyjny, bębnowy, którego wirnik jest wykonany z blachy mosiężnej lub aluminiowej i składa się z jarzma oraz z czterech biegunów z uzwojeniami. Jeżeli uzwojenia przeciwległych biegunów połączone szeregowo będą zasilane prądami zmiennymi



Rys. I-96. Konstrukcja przekaźnika wtykowego na prąd zmienny typu JRJ

1 — podstawa, *2* — pokrywa, *3* — silnik, *4* — kotwica, *5* — korba, *6* — sprężyna kotwicy, *7* — sprężyny stykowe, *8* — wskaźnik położenia przekaźnika, *9* — listwy, *10* — płyta zaciskowa, *11* — łącznik, *12* — mimośrody regulacyjne

przesuniętymi w fazie, to zostaną zaindukowane w bębnie prądy wirowe także przesunięte w fazie.

Wzajemne oddziaływanie powstałych strumieni magnetycznych i prądów wirowych wytwarza moment napędowy ruchomej części ustroju przekaźnika. Nad silnikiem przekaźnika są umieszczone dwa zespoły zestyków poruszanych listewkami prowadniczymi.

Obwód magnetyczny

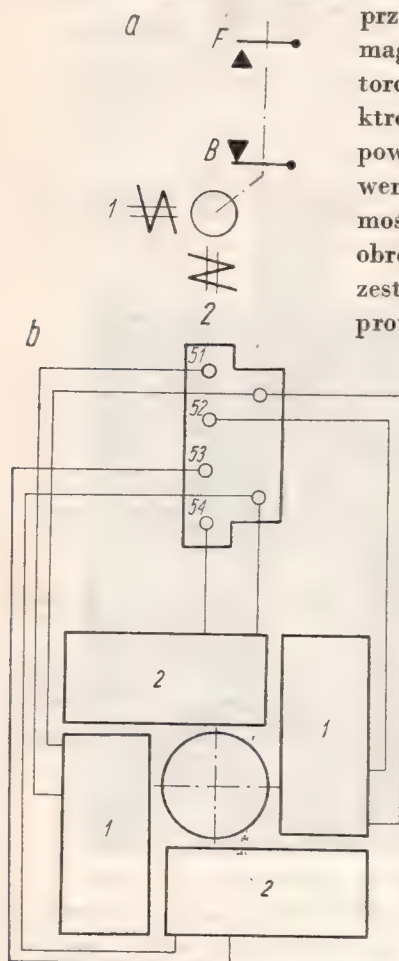
Układ elektromagnetyczny przekaźnika JRJ 11 (rys. I-97) stanowią 4 rdzenie wykonane z blach transformatorowych. Rdzenie są zakończone nabiegunnikami z odpowiednio ukształtowanymi powierzchniami; wspólnie tworzą one otwór okrągły, wewnątrz którego obraca się wirnik. Na rdzeniach są osadzone cewki; cewki znajdujące się na przeciwległych rdzeniach są połączone szeregowo.

Wirnik składa się z mosiężnego bębna otaczającego rdzeń stalowy z wałkiem, który obraca się w łożyskach kulkowych. Na końcu wałka stanowiącego oś obrotu wirnika jest zaciśnięta korba poruszająca się wraz z wirnikiem. Ruchy obrotowe wirnika ograniczają 2 mimośrody regulacyjne, między którymi porusza się łącznik.

Cewki osadzone na poziomych rdzeniach i połączone między sobą tworzą uzwojenie lokalne, a na pionowych rdzeniach — uzwojenie torowe.

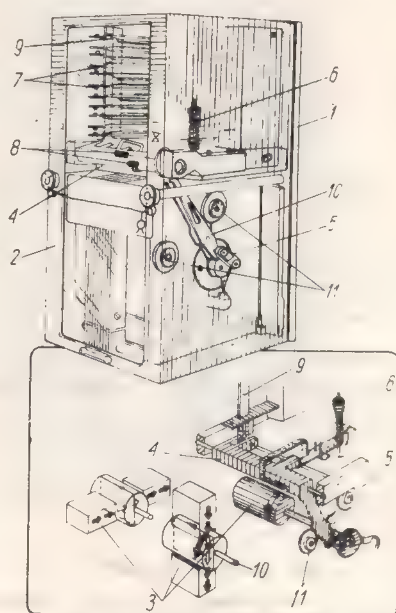
Zasada działania przekaźnika typu JRJ 11 jest przedstawiona na rysunku I-98.

Gdy przez uzwojenia elektromagnesów płynie prąd zmienny, wytworzony w wirniku strumień magnetyczny indukuje siłę elektromotoryczną; pod jej wpływem w wirniku płynie prąd elektryczny. Strumień magnetyczny wywołany przez prąd w uzwojeniu lokalnym oddziałuje na prąd indukowany w wirniku przez elektromagnesy torowe, natomiast strumień magnetyczny wywołany przez prąd w uzwojeniu torowym oddziałuje na prąd indukowany przez elektromagnesy lokalne. Wskutek tych oddziaływań powstaje moment obrotowy, pod którego wpływem następuje obrót wirnika, ograniczony mimośrodami regulacyjnymi. Obrót ten powoduje obrót wałka, który uruchamia obydwa zespoły zestyków za pośrednictwem izolacyjnej listewki prowadniczej.



Rys. I-97. Schemat połączeń uzwojeń elektromagnesów przekaźnika typu JRJ

a — działanie styków, *b* — rozmieszczenie cewek i zacisków
1 — cewki uzwojenia lokalnego, *2* — cewki uzwojenia torowego



Rys. I-98. Zasada działania przekaźnika typu JRJ

1 — podstawa, *2* — pokrywa, *3* — silnik, *4* — kotwica, *5* — korba, *6* — sprężyna kotwicy, *7* — sprężyny stykowe, *8* — wskaźnik położenia przekaźnika, *9* — listwy, *10* — łącznik, *11* — mimośrody regulacyjne

Zestyki

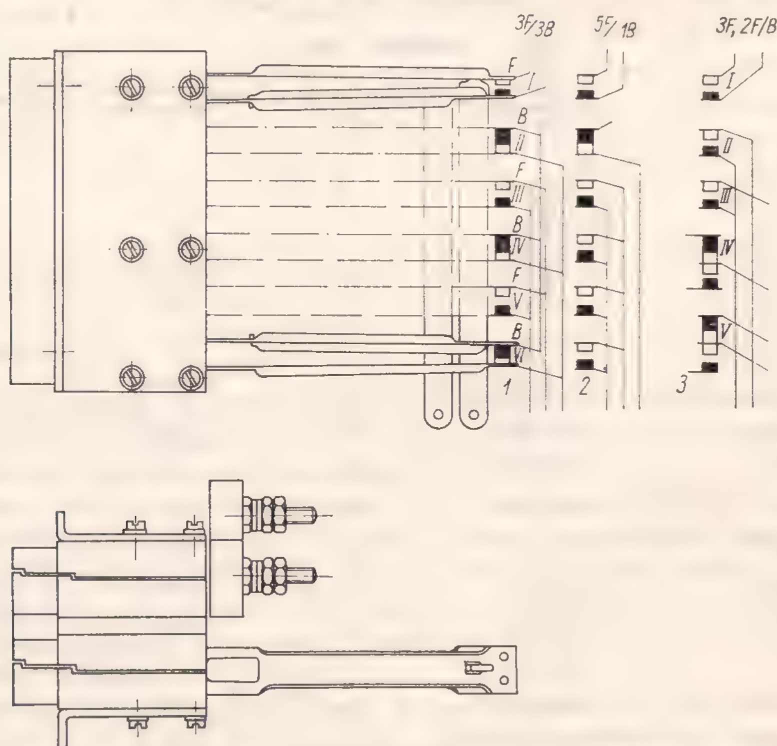
Przekaźnik typu JRJ ma 2 listewki prowadnicze dla styków nieruchomych i 2 listewki połączone ze stykami ruchomymi. Listewki styków nieruchomych

są przymocowane do kadłuba przekaźnika i nie dopuszczają do zmiany położenia ani do odkształcenia styków nieruchomych. Listewki prowadnicze styków ruchomych są przymocowane do przedniej części kotwicy i poruszają stykami ruchomymi.

Gdy przez cewki uzwojenia nie płynie prąd, styki ruchome pod wpływem własnej sprężystości oraz oddziaływania sprężyny spiralnej są dociskane do dołu. W tym stanie zwierane są styki rozwierne *B* (rys. I-97). Gdy przez uzwojenia cewek przekaźnika płynie prąd, wówczas obracający się wirnik porusza korbę, która przenosząc ruch na łącznik powoduje uniesienie listewki prowadniczej i uruchomienie styków ruchomych. Następuje wówczas rozwarcie styków rozwiernych *B* i zwarcie styków zwiernych *F*.

Wskaźnik stanu przekaźnika składa się z 2 strzałek czerwonych, których ostrza nie stykają się w stanie biernym przekaźnika. Gdy przekaźnik jest wzbudzony, strzałka przymocowana do kotwicy unosi się do poziomu drugiej strzałki, tak że tworzą jedną linię.

Na tylnej ścianie przekaźnika znajdują się gniazda, którymi są zakończone styki ruchome i nieruchome przekaźnika, oraz zaciski przewodów zasilających. W gniazda te wchodzą styki nożowe podstawowej płyty bakelitowej. Płyta ta ma takie same wymiary i wykonanie jak dla przekaźników typu JRK 11. Płytka rozpoznawcza jest umieszczona na tylnej ściance przekaźnika.



Rys. I-99. Schematyczny układ zestyków przekaźników JRK i JRJ

1,2,3 — przykłady zespołów zestyków

Do zacisków *51* i *52* na płycie zaciskowej (rys. I-97) doprowadzone są końce cewek uzwojenia lokalnego, a do zacisków *53* i *54* — końce cewek uzwojenia torowego.

Przekaźnik typu JRJ ma po 6 zestyków rozmieszczonych w 2 zespołach pionowych. Układ zestyków w tych przekaźnikach może być następujący: *8F, 4B* lub *10F, 2B*; *6F/4F/B* i inne.

Na rysunku I-99 przedstawiono schematycznie układy styków stosowane w przekaźnikach typu JRJ; są one identyczne jak w przekaźnikach typu JRK. Białe prostokąciki oznaczają styki ruchome, a czarne — styki nieruchome oznaczane literą *A*.

Odległość między styczkami zestyków ruchomych i nieruchomych wynosi 2 mm.

Znamionowe napięcie zasilania uzwojenia cewek lokalnych wynosi 110 lub 220 V, a cewek torowych — 1,4 lub 14 V.

Dane techniczne

Wymiary przekaźnika typu JRJ w osłonie metalowej są następujące: wysokość 250 mm, długość 170 mm i szerokość 125 mm; ciężar – około 6,2 kG.

Charakterystyczne wielkości przekaźników typu JRJ są uwidocznione w tablicy I-25.

Tablica I-25

Przekaźniki JRJ

Oznaczenie	Układ zestyków	Częstotliwość [Hz]	Napięcie na uzwojeniu lokalnym [V]	Napięcie na uzwojeniu torowym (kontrolnym) [V]
JRJ 11710	*10F/2B*	50	220	14,0
11711	*10F/2B*	75	220	14,0
11712	*8F/4B*	50	110	1,4
11713	*8F/4B*	75	110	1,4
11714	*10F/2B*	50	220	1,4
11715	*10F/2B*	75	220	1,4
11716	*8F/4B*	75	110	14,0
11717	*8F/4B*	50	110	14,0
11718	*10F/2B*	75	110	14,0
11719	*8F/4B*	50	220	14,0
11720	*8F/4B*	75	220	14,0
11721	*10F/2B*	50	110	14,0
11722	*10F/2B*	75	110	1,4
11723	*10F/2B*	50	110	1,4
11724	*8F/4B*	75	220	1,4
11725	*8F/4B*	50	220	1,4

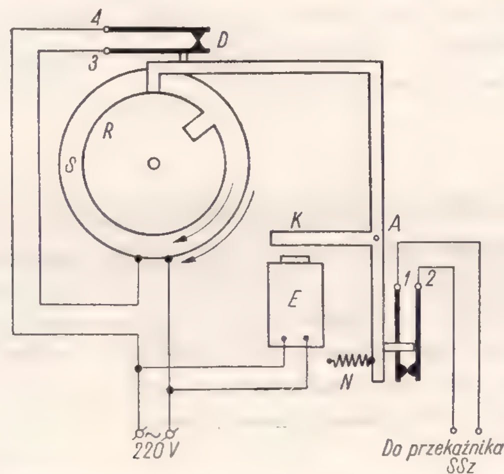
6. Przekaźniki czasowe

a. Przekaźnik czasowy typu RS

Zastosowanie

W urządzeniach zrk są stosowane przekaźniki czasowe, służące do regulowania czasu nadawania impulsów prądu w obwodach. Przekaźniki te są używane w obwodach świateł sygnałów zastępczych oraz w obwodach świateł samoczynnej sygnalizacji na przejazdach nie strzeżonych.

Obecnie na PKP do tego celu są powszechnie używane przekaźniki: czasowy (rys. I-100) produkowany przez zakłady krajowe, oznaczany literami RS (dawniej EWZ), przekaźnik czasowy typu E i przekaźnik czasowy z mechanizmem zegarowym typu S.



Rys. I-100. Schemat przekaźnika czasowego typu RS

A — oś obrotu dźwigni, *D* — dźwignia, *E* — elektromagnes, *K* — kotwica elektromagnesu, *N* — sprężyna, *R* — obrotowy regulator czasowy, *S* — silniczek synchroniczny, *1,2,3,4* — zestyki

Konstrukcja

Przekaźnik typu RS jest wyposażony w silniczek synchroniczny jednofazowy o mocy 2,2 W, wykonujący 375 obr/min. Przekaźnik ten ma ponadto przekładnię zębatą typu zegarowego, elektromagnes i zespół styków.

Cały mechanizm przekaźnika typu RS jest umieszczony w osłonie blaszanej lub bakelitowej; na zewnątrz jest widoczne tylko pokrętło służące do regulowania czasu działania przekaźnika oraz skala z podziałką co 0,05 minuty.

Przekaźnik jest zasilany prądem zmiennym o napięciu 220 V i częstotliwości 50 Hz. Ze względu na konstrukcję sprzęgła przekaźnik ten powinien pracować w pozycji pionowej.

Przez naciśnięcie odpowiedniego przycisku następuje włączenie prądu zmiennego i uruchomienie przekaźnika. Silniczek synchroniczny zostaje uruchomiony i obraca się zgodnie ze strzałką (pokazaną na rysunku), poruszając

przekładnię. Jednocześnie zostaje wprawiony w ruch obrotowy regulator czasowy oraz wzbudzony elektromagnes, przyłączony również do obwodu zasilania.

Obwód magnetyczny

Elektromagnes przekaźnika czasowego RS zaczyna przyciągać kotwicę po włączeniu prądu.

Kotwica elektromagnesu nie zostanie całkowicie przyciągnięta, ponieważ stanowiąca z nią jedną całość dźwignia (mająca wspólną oś obrotu w punkcie *A*) nie może się poruszać, gdyż jej kołek oporowy opiera się o krawędź regulatora czasowego i nie trafia w jego wycięcie.

Regulator czasowy jest obrócony przez pokrętło o pewien kąt odpowiadający ustalonemu opóźnieniu działania przekaźnika. Po upływie nastawionego czasu regulator obróci się o tyle, że wycięcie jego podejdzie pod kołek oporowy dźwigni, która wówczas zapadnie w to wycięcie. Kotwica zostanie przez elektromagnes przyciągnięta pokonując naciąg sprężyny.

Zestyki

Przyciągnięcie kotwicy spowoduje rozłączenie styków *1* i *2* prowadzących do obwodu przekaźnika sygnałowego. Jednocześnie nastąpi przerwanie połączenia rozwiernych styków *3* i *4* w obwodzie zasilania silniczka napędowego przekaźnika czasowego. Po ustaniu wzbudzenia następuje zwolnienie dźwigni przez elektromagnes oraz rozprzęgnięcie silniczka synchronicznego z regulatorem czasowym, który pod działaniem sprężyny powróci do stanu wyjściowego, a przekaźnik — do położenia zasadniczego.

Czasy działania

Przekaźnik czasowy typu RS reguluje się za pomocą odpowiedniego nastawienia pokrętła ze strzałką na potrzebną działkę skali. Przez nastawienie pokrętła ustala się długość drogi, jaką ma przebyć wycięcie regulatora czasowego od miejsca spoczynku do trafienia w nie kołka oporowego dźwigni.

Przekaźnik typu RS może być uregulowany na działanie z opóźnieniem w granicach od 1 do 60 s. W czasie pracy silnika przekaźnik pobiera moc około 5 VA, a w czasie ruchu dźwigni — około 18 VA.

Dane techniczne

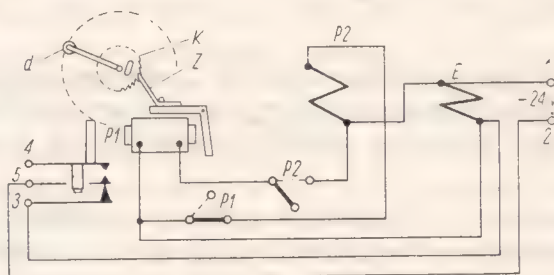
Wymiary przekaźnika typu RS wynoszą: wysokość 129 mm, długość 265 mm i szerokość 124 mm, a jego ciężar — 2,3 kG.

Przekaźnik RS 521 jest przystosowany na napięcie 220 V lub 110/127 V i zaopatrzony jest w silniczek synchroniczny. Przeciążalność wynosi 1,1 napięcia nominalnego.

b. Przekaźnik czasowy typu E

Konstrukcja

Przekaźnik czasowy typu E składa się z dwóch przekaźników typu teletechnicznego *P1* i *P2* oraz z elektromagnesu E, który współpracuje z mechanizmem regulującym czas działania przekaźnika. Mechanizm regulujący składa się z przekładni dwóch kół zębatych *K*, które poruszają dźwignię obrotową *d*. Zadaniem tej dźwigni jest przerywanie zestyków sprężyn sterujących zasilaniem przekaźnika.



Rys. I-101. Schemat działania przekaźnika czasowego typu E

Metalowa obudowa chroni cały mechanizm przekaźnika przed dostaniem się do jego wnętrza brudu, kurzu oraz niepowołanych użytkowników.

Schemat działania przekaźnika czasowego typu E jest uwidoczniony na rysunku I-101.

Obwód magnetyczny

Po włączeniu napięcia prądu stałego 24 V na zaciski *1* i *2* zostanie wzbudzony elektromagnes *E* i jego kotwica (nie pokazana na rysunku) spowoduje zazębienie się kół zębatych. W tym samym czasie nastąpi wzbudzenie się przekaźnika *P2*, który swoim zestykiem zamknie obwód przekaźnika *P1*. Po wzbudzeniu się przekaźnika *P1* jego zestyk przerwie obwód przekaźnika *P2*, co spowoduje z kolei przejście w stan bierny tego przekaźnika i przerwanie zestykiem *P2* obwodu przekaźnika *P1*.

Takie działanie przekaźników *P1* i *P2* będzie występowało dopóty, dopóki elektromagnes *E* będzie w stanie wzbudzonym.

Kotwica przekaźnika *P1* jest połączona z zapadką *Z*, która w takt impulsowania przekaźnika *P1* porusza kółkiem zębatym *K*, a wraz z nim umocowaną na wspólnej osi *0* dźwignią obrotową *d*. Po pewnej liczbie impulsów przekaźników *P1* i *P2* dźwignia *d* przełączy zestyki *3* i *4* sprężyn sterujących obwodem zasilania przekaźnika czasowego na zestyki *4* i *5*.

Przerwa w obwodzie elektromagnesu *E* powoduje powrót jego kotwicy do położenia zwolnionego i zwolnienie z zazębienia kół zębatych. Dźwignia *d* pod wpływem naciągu sprężyny wraca do położenia wyjściowego.

Czasy działania

Regulowanie czasu działania jest dokonywane w zakresie od 10 sekund do 4 minut. Czas ten jest wyznaczony położeniem dźwigni *d*. Dla dłuższej drogi, jaką ma wykonać dźwignia *d*, jest dłuższe działanie przekaźników *P1* i *P2*.

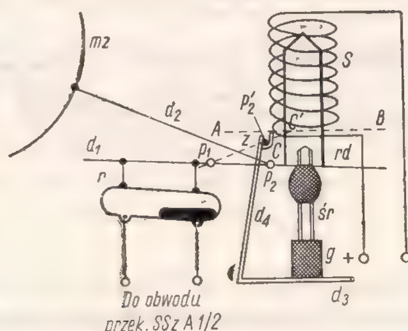
c. Przekaźnik czasowy typu S

Konstrukcja

Schemat działania pracy przekaźnika czasowego typu S przedstawia rysunek I-102.

Gdy nastąpi włączenie prądu stałego 34 V, wówczas przez uzwojenie solenoidu *S* popłynie prąd, który spowoduje wytworzenie strumienia magnetycznego. Pod wpływem tego strumienia zostanie wyciągnięty do wnętrza solenoidu rdzeń *rd*.

Punkt *C* dźwigni d_1 w krańcowym położeniu znajdzie się w punkcie *C'* na osi *A—B*, ograniczającej ruch rdzenia *rd*. To spowoduje zadziałanie przekaźnika czasowego typu *S*. Teraz następuje równoczesny obrót rurki szklanej *r* i dźwigni d_1 dokoła osi obrotu w punkcie p_1 i zwarcie obwodu przekaźnika sygnałowego sygnału zastępczego przez rtęć.



Rys. I-102. Schemat działania przekaźnika czasowego typu S

Ruch dźwigni d_1 powoduje poruszenie się dźwigni d_2, gdyż oś obrotu p_2 dźwigni d_2 uruchomi mechanizm zatrzaskowy *Z*, który ustawi oś p_2 w położenie p_2'; ruch dźwigni d_2 spowoduje uruchomienie mechanizmu zegarowego *mz*.

Rdzeń *rd* nie wraca od razu do położenia zasadniczego, lecz opada on ruchem powolnym, dyktowanym przez mechanizm zegarowy. Gdy główka *g* śruby *śr* dojdzie do krawędzi dźwigni d_3, ta ostatnia uruchomi się, zabierając jednocześnie w dół dźwignię d_4. Dźwignia d_4 zwalnia wówczas mechanizm zatrzaskowy i cały układ wraca do położenia zasadniczego, przerywając obwód przekaźnika sygnałowego sygnału zastępczego.

Czasy działania

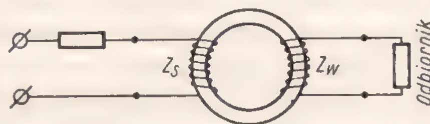
Czas działania przekaźnika czasowego jest wprost proporcjonalny do drogi, jaką musi wykonać główka *g* śruby *śr* od chwili uruchomienia mechanizmu zegarowego do czasu zwolnienia mechanizmu zatrzaskowego. Regulowanie czasu działania przekaźnika polega na zmniejszaniu lub zwiększaniu tej drogi. Wydłużenie czasu działania uzyskuje się przez dokręcenie śruby, zmniejszenie zaś — przez jej odkręcenie.

7. Przekaźniki bezstykowe

Przekaźniki bezstykowe działają na zasadzie przełączania obwodów bez potrzeby mechanicznego przerywania poszczególnych styków. Do budowy przekaźników bezstykowych są wykorzystywane elementy ferrytowe.

Elementy ferrytowe (zwane ferrytami) stanowią grupę nowych tworzyw magnetycznych, otrzymywanych przez spiekanie tlenków metali; są one wykonywane metodami ceramicznymi w kształcie pierścieni, kwadratów, prostokątnych ramek lub litery U. Głównymi składnikami ferrytów są: żelazo, mangan, magnez, nikiel, cynk, molibden, krzem, kobalt i wanad. Odznaczają się one bardzo dużą twardością i kruchością. Wymiary tych elementów wynoszą od kilku do kilkudziesięciu mm. Ferryty te mogą być wykorzystywane do budowy różnego rodzaju szyfratorów, deszyfratorów, schematów cyfrowych itp.

Należy przypuszczać, że w najbliższym czasie przekaźniki bezstykowe będą stosowane u nas w elektrycznych urządzeniach zrk, zwłaszcza w związku z automatyzacją sterowania tymi urządzeniami, np. w blokadzie samoczynnej, w urządzeniach zdalnego sterowania itp. Obecnie ferryty — jako magnetyczne przekaźniki bezstykowe — są już stosowane w telemechanice, w cyfrowych maszynach matematycznych, w układach pamięciowych oraz w konstrukcjach urządzeń automatycznych.



Rys. I-103. Element magnetyczny (ferryt) jako transformator impulsowy
Z_s — uzwojenie sterujące, Z_w — uzwojenie wyjściowe

Magnetyczne bezstykowe przekaźniki mogą być zasilane prądem stałym lub impulsami prądów sinusoidalnych i — podobnie jak przekaźniki stykowe polaryzowane — mogą działać jedynie przy ustalonym kierunku prądu płynącego w obwodach.

Każdy element magnetyczny przekaźnika bezstykowego stanowi rodzaj transformatora impulsowego (rys. I-103).

Na rdzeniu takiego ferrytu umieszcza się co najmniej dwa uzwojenia. Jedno sterujące czyli wejściowe i drugie sterowane czyli wyjściowe.

Dwa takie rdzenie mogą służyć jako zestyk *AF* lub *AB* przekaźnika.

Wadą tych elementów jest uzależnienie ich parametrów od temperatury otoczenia, przy czym temperatura 70—80°C jest bardzo często przyczyną całkowitych uszkodzeń. Elementy półprzewodnikowe są dość odporne na przeciążenia prądowe, jednakże niewielkie zwiększenie napięcia ponad nominalne powoduje uszkodzenie półprzewodnika.

Rdzenie o prostokątnej histerezie nie znoszą naprężeń mechanicznych i silne przykręcenie ich ma duży wpływ na zmianę parametrów elektrycznych. Ponadto nie znoszą one wilgoci.

Natomiast do zalet należy zaliczyć małe wymiary, prostą konstrukcję oraz olbrzymią szybkość i niezawodność działania, dużą sprawność, najczęściej niskie napięcie zasilania, wytrzymałość na wstrząsy i zbędne stosowanie więcej niż jednego źródła zasilania. Największą jednak ich zaletę stanowi brak styków ruchomych, mechanicznych.

Również do zalet zalicza się magazynowanie wszelkiego rodzaju informacji, bez zużywania w tym czasie energii.

II. NADAJNIKI I ODBIORNIKI IMPULSÓW KODOWYCH

1. Nadajniki impulsów (szyfratory)

a. Szyfrator typu KPT-5 i KPT-7

Szyfrator typu KPT-5 lub KPT-7 służy do wytwarzania kodów zawierających ściśle określone impulsy prądu i nadawania ich za pośrednictwem przekaźnika impulsującego do obwodu torowego. Przekazywane impulsy są przeznaczone dla urządzeń samoczynnej blokady liniowej typu CNII oraz dla urządzeń sygnalizacji kabinowej z samoczynnym hamowaniem pociągów.

Obydwa typy szyfratorów mogą być zasilane tylko prądem zmiennym. Różnią się one niewielkimi zmianami konstrukcyjnymi i otrzymuje się z nich dwa kody o innych długościach czasu ich trwania.

Częściami składowymi szyfratora typu KPT (rys. II-1) są: silnik elektryczny *1*, reduktor ślimakowy *2*, trzy tarczki programowe *3*, zespół sprężyn stykowych *4*, kondensator *5*, autotransformator *6*. Wszystkie te części są przymocowane na stałe za pomocą czterech śrub do górnej płyty izolacyjnej z zaciskami *7* i są zamknięte w obudowie metalowej *8*.

Silnik szyfratora pracuje ciągle pod wpływem stale przyłożonego napięcia i za pośrednictwem reduktora zmniejszającego liczbę obrotów silnika obraca z jednakową szybkością tarczki programowe, które powodują odpowiednie zwieranie i rozwieranie sprężyn stykowych. Silnik szyfratora typu KPT-5 działa przy $35 \div 38$ obr/min, a szyfratora typu KPT-7 przy $29 \div 32$ obr./min.

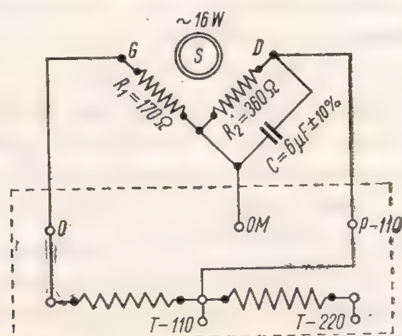
Aluminiowa lub staliwna obudowa szyfratora w kształcie prostopadłościanu jest oszklona z trzech stron dla umożliwienia obserwacji pracy ruchomego mechanizmu szyfratora. Między płytą izolacyjną i obudową szyfratora znajduje się gumowa przekładka uszczelniająca ich połączenie.

Rozmieszczenie zacisków na płycie izolacyjnej pokazano na rysunku II-1c. Zaciski z prawej strony płyty oznaczone jako *T-220*, *T-110*, *P-110*, *OM* i *O* służą do podłączenia do nich uzwojenia autotransformatora i silnika elektrycznego, stosownie do schematu uwidocznionego na rysunku II-2.

Pozostałe zaciski oznaczone *OZ*, *OP* i *OCP* są połączone z zestykami impulsującymi szyfratora, przy czym indeksy *1* lub *2* wyjaśniają, że zaciski połączone są między sobą zewnętrznymi zwieraczami w jednej lub drugiej grupie tak, jak to przedstawia rysunek II-1.

Rys. II-1. Konstrukcja szyfratora KPT-5 i KPT-7

a — ogólny widok, *b* — zespół sprężyn stykowych, *c* — zaciski na wierzchniej pokrywie, *d* — przekładnia ślimakowa



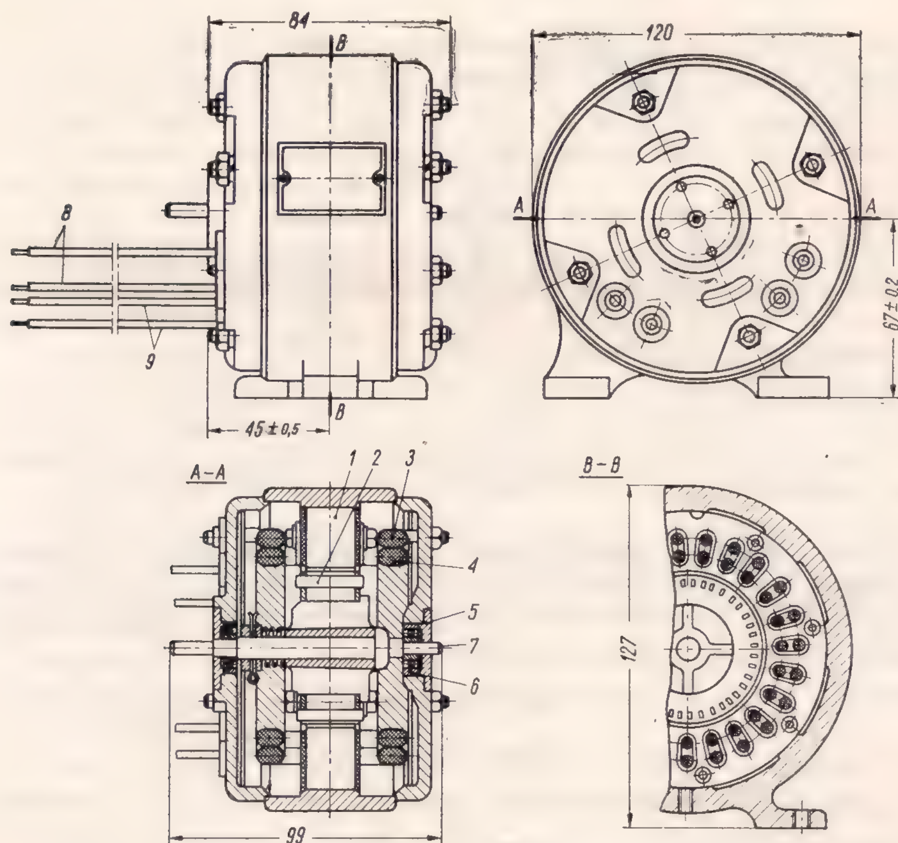
Rys. II-2. Uzwojenie stojana silnika szyfratora

Do zacisków Z_1-OZ_1, P_1-OP_1, CP_1-OCP_1, Z_2-OZ_2, P_2-OP_2, oraz CP_2-OCP_2 są doprowadzone końce sprężyn stykowych kodów światła zielonego, pomarańczowego i czerwonego z pomarańczowym.

Zaciski OZ_1-OP_1-OCP_1, OZ_2-OP_2-OCP_2 są połączone między sobą mostkami, jak widać to na rysunku II-1c.

Smarowanie części ruchomych wewnątrz szyfratora odbywa się przez otwór zamknięty zakrętką, do którego wprowadza się olej.

Silnik elektryczny (rys. II-3) zastosowany w szyfratorze jest jednofazowym silnikiem asynchronicznym (indukcyjnym). Składa się on ze stojana i wirnika.



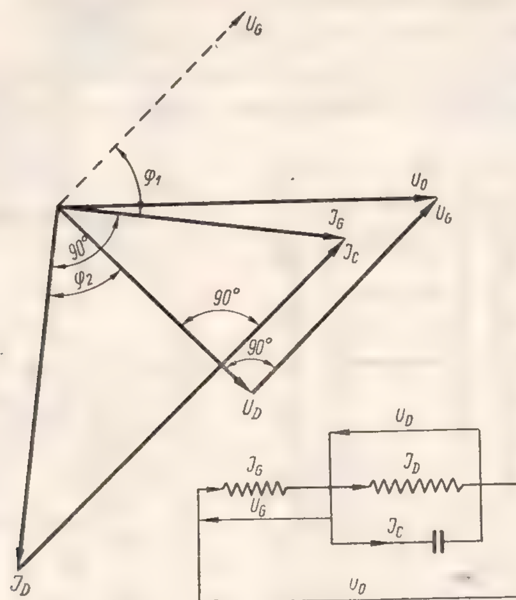
Rys. II-3. Jednofazowy asynchroniczny silnik elektryczny

1 — stojan, *2* — wirnik, *3* i *4* — uzwojenia, *5* — pokrywa, *6* — łożysko kulkowe, *7* — oś, *8* — przewody wyprowadzone od dodatkowego uzwojenia, *9* — przewody wyprowadzone od głównego uzwojenia

Uzwojenie wirnika jest zwarte (klatkowe).

Stojan silnika ma dwa uzwojenia: główne *G* i dodatkowe *D*, które są ze sobą połączone szeregowo (rys. II-2). Uzwojenie dodatkowe zasilane prądem przesuniętym w fazie w stosunku do prądu w uzwojeniu głównym o 90° służy do rozruchu silnika. Każde uzwojenie stojana składa się z 12 sekcji. Główne uzwojenie jest wykonane grubszym przewodem 220 zwojów o średnicy 0,25 mm, a do-

datkowe przewodem cieńszym 270 zwojów o średnicy 0,18 mm. Równolegle z dodatkowym uzwojeniem jest przyłączony kondensator o pojemności 6 μF na napięcie 400 V (rys. II-2). Zadaniem pojemności kondensatora i indukcyjności uzwojeń stojana jest przesunięcie w fazie prądów w obu uzwojeniach o kąt około 90°, które powodują powstanie wirującego pola magnetycznego.



Rys. II-4. Wykres wektorowy prądów i napięć w uzwojeniach stojana

Wykres wektorowy prądów i napięć w uzwojeniach stojana jest pokazany na rysunku II-4. W uzwojeniach płyną prądy J_G oraz J_D, o równych mniej więcej wielkościach, lecz przesunięte o 90°. Natężenie prądów i napięcia w uzwojeniach stojana można ująć w równania

$$J_G = J_D + J_C$$

$$U_G = U_0 - U_D$$

Liczba obrotów synchronicznych wynosi

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} \text{ [obr/min]}$$

gdzie:

f — częstotliwość prądu zasilającego,

p — liczba par biegunów silnika elektrycznego.

Strumień magnetyczny stojana Φ, przecinając przewody uzwojenia wirnika, indukuje w nich siłę elektromotoryczną, co wywołuje powstanie przepływu prądu J. Prąd ten we współdziałaniu ze strumieniem magnetycznym Φ powoduje uruchomienie wirnika w stronę działania wirującego strumienia Φ.

Moment obrotowy wirnika (silnika asynchronicznego)

$$M = k\Phi \cdot J \cdot \cos \varphi$$

Wirnik będzie się poruszał z szybkością obrotową n_w [obr/min], która będzie nieznacznie mniejsza od synchronicznej liczby obrotów pola magnetycznego n_s. Zatem wirnik nie nadąża za obrotami synchronicznymi pola magnetycznego (strumienia). Szybkość, z jaką wirujący strumień Φ przecina uzwojenia wirnika przy normalnej pracy, będzie równa

$$n = n_s - n_w$$

a poślizg
$$s = \frac{n_s - n_w}{n_s}$$

Korpus stojana i jego przykrywki są wykonane z żeliwa, a obwód magnetyczny stojana i wirnika — z blach transformatorowych. Końce uzwojeń stojana są wyprowadzone przez otwory w przykrywce. Uzwojenia stojana są ułożone w jego rowkach, wyprowadzone od strony wydłużonej osi wirnika oraz dołączone do odpowiednich zacisków na płycie izolowanej.

Uzwojenie wirnika wykonane w kształcie klatki składa się z miedzianych prętów ułożonych w żłobkach wirnika. Rozklepane i przyspawane końce prętów są umieszczone w dwóch miedzianych kołnierzach rozłożonych na powierzchniach czołowych wirnika.

Pakiet żelazny z uzwojeniem wirnika jest naprasowany na szkielet wirnika, który jest osadzony luźno na osi silnika. Połączenie z osią dla przeniesienia momentu obrotowego jest uzyskane za pomocą sprzęgła tarciowego (ciernego), składającego się z pierścienia oporowego, sprężyn, podkładki i zatyczki.

Sprzęgło cierne wirnika jest uregulowane w ten sposób, że umożliwia poruszanie się wirnika po osi przy momencie zwrotnym nie mniejszym od 1500 i nie większym niż 2500 Gcm. Cierne sprzęgło chroni silnik przed uszkodzeniem części podczas raptownego hamowania. Oś silnika obraca się w dwóch łożyskach kulkowych umocowanych w przykrywkach.

Szczelina powietrzna między wirnikiem i stojanem wynosi 0,2÷0,3 mm.

Charakterystyczne wielkości elektryczne silnika na napięcia 110 oraz 220 V i f = 50 Hz są podane w tablicy II-1.

Silnik w szyfratorze KPT-5 przy napięciu 110 V daje 970 obr/min, a przy napięciu 80 V — 950 obr/min.

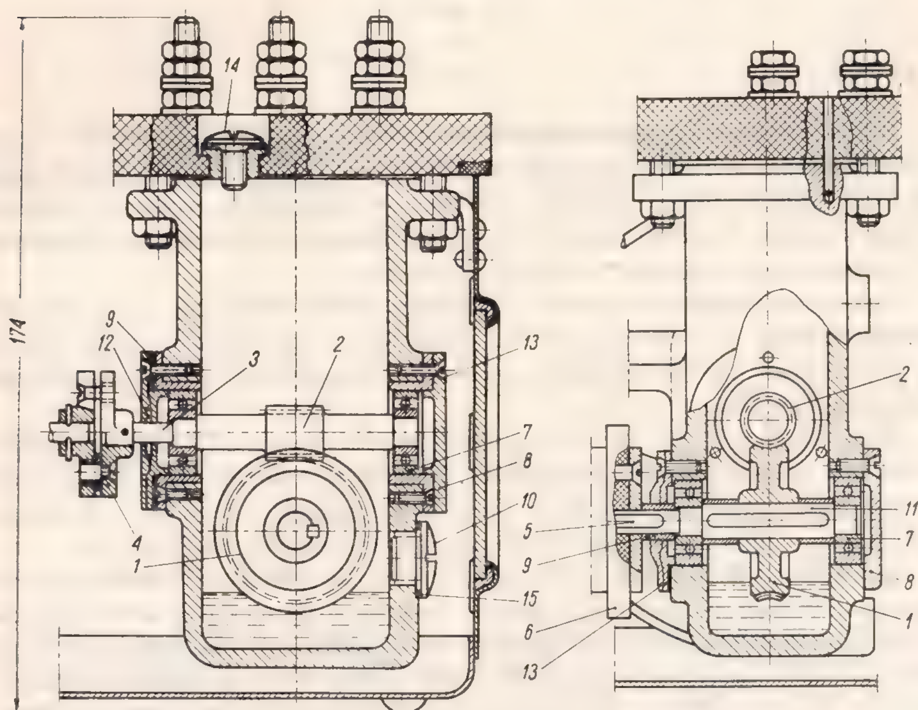
R e d u k t o r (rys. II-5) typu ślimakowego składa się z brązowej ślimacznicy *1* i ze stalowego ślimaka *2*. Ostatnio ślimacznice są wykonywane z tekstolitu.

Wychodzący z obudowy reduktora koniec osi ślimaka *3* jest połączony z osią silnika sprzęgłem elastycznym *4*. Na zewnętrznym końcu osi *11* ślimacznicy jest nasadzony na wpuście *5* bęben *6* z tarczkami programowymi.

Reduktor szyfratora typu KPT-5 ma przekładnię 1 : 26, którą stanowi ślimak trzyzębowy i ślimacznica z 78 zębami. Szyfrator KPT-7 ma przekładnię 1 : 30,7, składającą się ze ślimaka trzyzębowego i ślimacznicy z 92 zębami.

Liczba obrotów tarczek programowych i czas trwania jednego obrotu są podane w tablicy II-2. Obie osie reduktora obracają się w łożyskach kulkowych *7*. Otwory łożyskowe są zatkane pokrywkami pełnymi *8* i pokrywkami *9* z otworami w środku uszczelnionymi za pomocą filcowych podkładek *12* i bawełnianych pierścieni.

Reduktor z brązową ślimacznicą smaruje się olejem wprowadzanym przez otwór w płycie izolowanej, zakryty wkrętką *14* (rys. II-5). Taki otwór jest



Rys. II-5. Reduktor obrotów typu ślimakowego

1 — ślimacznica, *2* — ślimak, *3* — koniec osi ślimaka, *4* — sprzęgło elastyczne, *5* — wpust, *6* — bęben z tarczkami programowymi, *7* — łożysko kulkowe, *8* — pokrywka, *9* — pokrywka łożyskowa, *10* — zakrętka gwintowana, *11* — oś ślimacznicy, *12* — podkładka uszczelniająca, *13* — pierścień uszczelniający, *14* — wkrętka gwintowana, *15* — uszczelka

również w ściance obudowy i służy do obserwacji zębów ślimacznicy oraz do usuwania brudnego oleju. Ten otwór zamknięty jest gwintowaną zakrętką *10* z uszczelką *15*, wykonaną ze skóry lub ołowiu.

Na przedłużonej osi ślimacznicy są umieszczone trzy tarczki programowe. Każda z tarczek ma na swym obwodzie różne występy (rys. II-6). Kółko toczne steruje zespołem sprężyn stykowych i gdy znajdzie się na występie tarczki, styczki sprężyn stykowych zostają zwarte i zamykają wówczas obwód zasilania przekaźnika impulsującego, następstwem czego jest nadanie impulsu. Po rozwarciu styczek powstaje w obwodzie przerwa. Tarczka Z ma trzy występy, a tarczki *P* i *CP* po dwa występy. Tarczki programowe są tak ułożone, aby kółka toczne niejednocześnie trafiały na występy tarczek (rys. II-6).

Tablica II-1

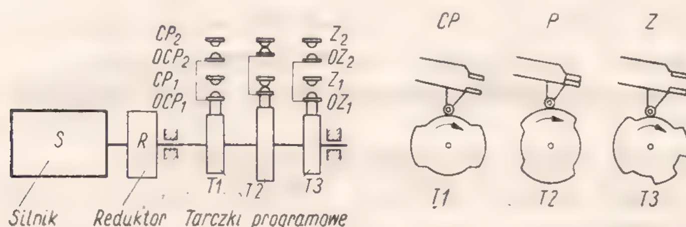
Charakterystyczne wielkości szyfratora typu KPT

Lp.	Wyszczególnienie	Dane
1	Napięcie zasilania szyfratora	110 V 50 Hz 220 V 50 Hz
2	Maksymalna moc pobierana	16,5 VA
3	Napięcie rozruchu	max 60 V
4	Sprawność	0,3
5	Pobór prądu przez silnik	0,1÷0,15
6	Obroty synchroniczne	1000 obr/min
7	Moment rozruchowy	360 Gcm
8	Oporność uzwojenia głównego	170 Ω
9	Oporność uzwojenia dodatkowego	360 Ω
10	Temperaturowy zakres pracy	od −40 do +60°C przy wilgotności do 70%
11	Oporność izolacji uzwojeń	większa niż 10 MΩ
12	Wymiary szyfratora: wysokość szerokość długość	184 mm 181 mm 225 mm
13	Ciężar szyfratora	około 10 kG

Tablica II-2

Dane techniczne reduktora w szyfratorze KPT

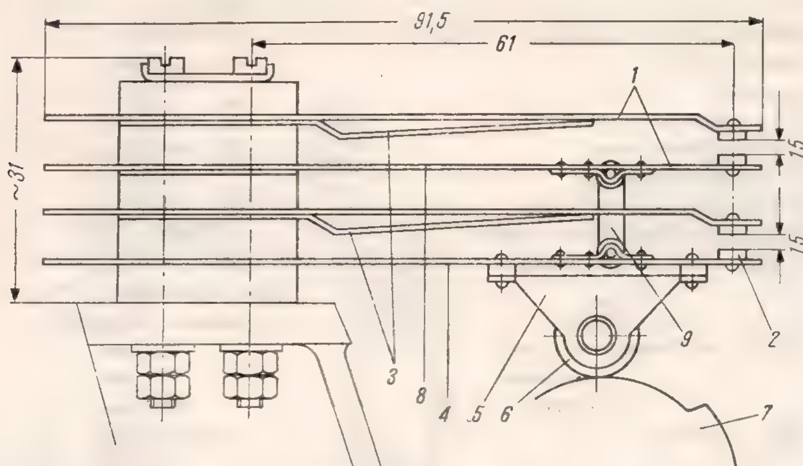
Lp.	Typ szyfratora	Liczba obrotów silnika [obr/min]	Liczba obrotów tarczek programowych [obr/min]			Przełożenie przekładni reduktora	Nominalny czas obrotu tarczki programowej [s]
			nom.	min.	max.		
1	KPT-5	970	36,5	35	39,5	1 : 26,0	1,6
2	KPT-7	970	30,8	29	32,5	1 : 30,7	1,86



Rys. II-6. Kształt tarczek programowych i kolejność ich rozmieszczenia w szyfratorze

Z e s p o ł y   s p r ę ż y n   s t y k o w y c h. Do nadlewu obudowy reduktora są przymocowane trzy zespoły sprężyn stykowych, każda z dwiema parami zestyków zwiernych (rys. II-7). Nieruchome sprężyny stykowe *1* są wykonane z płaskich blaszek krzemobrązowych, a styczki stanowią srebrne płaskie cylinderki. Sprężyny nieruchome opierają się na sprężynach oporowych *3*, ograniczających ruch sprężyn ruchomych ku dołowi i uniemożliwiających wibrację zestyków.

Do najniższej ruchomej sprężyny stykowej *4* jest przymocowany uchwyt *5*, utrzymujący na osi kółko toczące się po zewnętrznej powierzchni tarczy programowej *7*. Sprężyna ruchoma górnej pary zestyków *8* jest połączona ze sprężyną *4* za pomocą płytki tekstolitowej *9*, umożliwiającej jednoczesne ruchy obu par sprężyn stykowych.



Rys. II-7. Zespoły sprężyn stykowych szyfratora

1 — sprężyny stykowe, *2* — styczki cylindryczne, *3* — sprężyny oporowe, *4* — sprężyna stykowa, *5* — uchwyt specjaln y, *6* — łożysko kulkowe, *7* — tarczka programowa, *8* — sprężyna stykowa, *9* — płytka tekstolitowa

Układ równoległych sprężyn stykowych powinien być tak wykonany, aby:

1 — szczelina między styczkami sprężyny nieruchomej i ruchomej była nie mniejsza niż 1,5 mm,

2 — styczki ruchomych sprężyn stykowych w kolumnach zwierały się jednocześnie,

3 — kółko toczne przylegało do zewnętrznej powierzchni tocznej tarczki programowej przez cały czas obrotu tarczek programowych,

4 — oporność przejścia między styczkami (srebro — srebro) wynosiła nie więcej niż 0,03 Ω,

5 — nacisk sprężyn w stanie przyciągniętym wynosił 25 G,

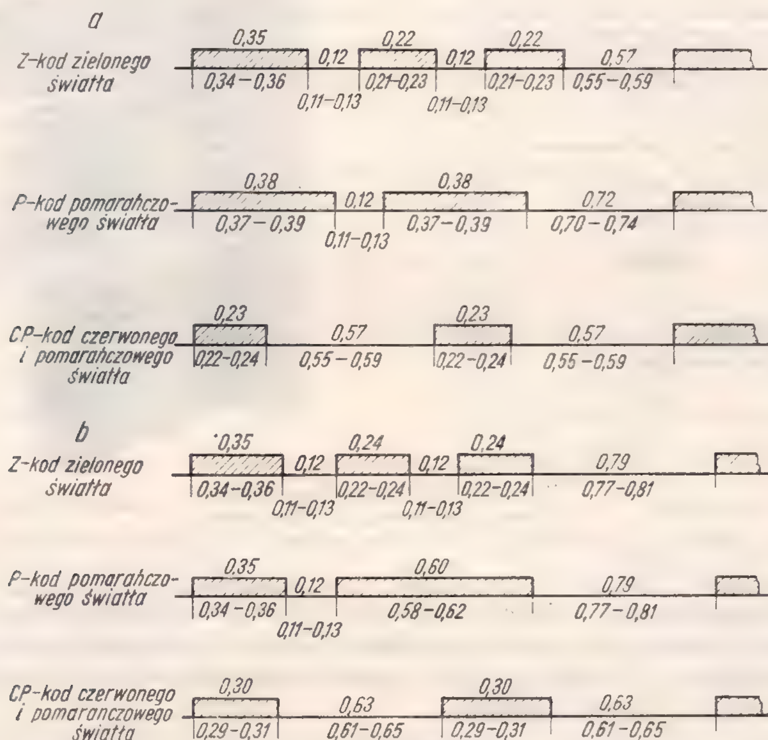
6 — przesuw styczki sprężyny ruchomej po styczce sprężyny nieruchomej wynosił 0,7 mm,

7 — nacisk kółka tocznego na tarczkę wynosił 15 ÷ 20 G, a przy nacisku na występ tarczki programowej nie więcej niż 250 G.

Oporność izolacji między przewodami wiodącymi prąd a obudową, przy temperaturze otoczenia 15 do 20°C i wilgotności do 70%, nie może być mniejsza niż 50 M Ω.

Izolacja między częściami metalowymi, w których płynie prąd, a obudową szyfratora powinna wytrzymać w przeciągu minuty przyłożone napięcie zmienne 1000 V o częstotliwości 50 Hz.

A u t o t r a n s f o r m a t o r został w szyfratorze zastosowany w celu umożliwienia pracy przy napięciu 220 V. Autotransformator obniża napięcie do 110 V i w ten sposób silnik szyfratora przystosowany do zasilania napięciem prądu zmiennego 110 V o częstotliwości 50 Hz może być zasilany z tego autotransformatora. Układ połączeń uzwojeń silnika z wtórnym uzwojeniem autotransformatora jest pokazany na rysunku II-2. Napięcie 110 V włącza się między zaciski *O* i *T-110*, a napięcie 220 V — między zaciski *O* i *T-220*. W obu przypadkach połączeń zaciski *P-110* i *T-110* powinny być ze sobą trwale połączone za pomocą metalowego mostka.



Rys. II-8. Czasy trwania impulsów i przerw
a — dla szyfratora KPT-5, *b* — dla szyfratora KPT-7

Zasadnicze charakterystyki szyfratorów KPT-5 i KPT-7 dotyczące długości impulsów i przerw dla kodów przesyłanych do obwodu torowego są pokazane na rysunku II-8.

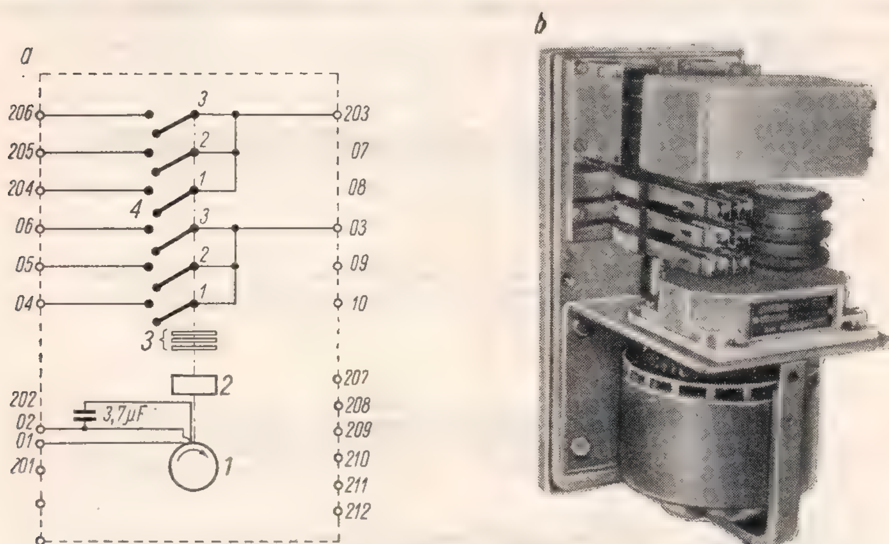
b. Szyfrator typu ERD 1100

Szyfrator ERD-1100 służy do wytwarzania impulsów i jest używany w urządzeniach samoczynnej blokady kodowej z trzema wskazaniami semaforów odstępowych. Podstawowymi elementami tego szyfratora są: silnik elektryczny, przekładnia zębata, urządzenie impulsujące złożone z kompletu trzech tarczek

programowych, z których każda w czasie obrotu steruje dwoma zestykami zwieranymi i rozwieranymi na przemian. Wewnątrz szyfratora jest umieszczony kondensator o pojemności 3,7 μF oraz listwy zaciskowe.

Szyfrator przystosowany jest do pracy w urządzeniach blokady samoczynnej kodowej *3* i *4*-stawnej.

Wszystkie elementy szyfratora są zamknięte w pyłoszczelnej obudowie z okienkiem w przedniej jej ścianie, umożliwiającym obserwowanie obrotów



Rys. II-9. Szyfrator typu ERD-11

a — układ schematyczny, *b* — widok ogólny

1 — silnik SHS-36, *2* — przekładnia 13,44 : 1, *3* — tarczki programowe, *4* — zestyki tarczek programowych

tarczek programowych i pracę zestyków (rys. II-9). Przewody są doprowadzone do gniazdka wtykowego, co umożliwia łatwą i szybką wymianę szyfratora w razie jego uszkodzenia. Gniazdo wtykowe złożone z listew zaciskowych jest umieszczone na tylnej ścianie obudowy.

Zasadnicze dane szyfratora ERD-1100 podaje tablica II-3, a zasadnicze dane jego silnika — tablica II-4. Natomiast charakterystyki tarczek programowych

Tablica II-3

Zasadnicze dane szyfratora typu ERD-1100

Lp.	Wyszczególnienie	Dane
1	Napięcie zasilania szyfratora: jedno uzwojenie	220 V
	drugie uzwojenie przez kondensator 3,7 μF	220 V
2	Średnia moc pobierana	55 VA
3	Cykl kodu wysyłanego przez szyfrator trwa	1,6 s
4	Przerwy między cyklami kodu	0,57 s
5	Przerwy między impulsami cyklu	0,12 s

są wymienione w tablicy II-5, w której podano długości impulsów i przerw oraz dopuszczalny zakres zmian tych długości.

Dla zwiększenia równomierności obciążenia silnika podczas nadawania cyklu kodów, początki impulsów i przerw na każdej tarczce programowej są przesunięte względem siebie o około 5 mm, licząc wzdłuż obwodu.

Tarczki programowe szyfratora są uruchamiane przez silnik elektryczny histerezowy typu SHS-36. Stojan silnika ma uzwojenie dwufazowe, które umożliwia podłączenie go na 1000 i 500 obr/min (patrz rys. II-2). Pierwsze uzwojenie jest zasilane bezpośrednio z sieci 220 V, drugie zaś przez kondensator. Moc silnika wynosi 8 W, prąd J = 0,3 A. Wirnik silnika jest osadzony na łożysku ślizgowym, co ma na celu zmniejszenie tarcia tarczek programowych. Przekładnia silnika składa się z 3 par kół zębatych osadzonych na wałkach. Przekładnia zmniejsza liczbę obrotów tarczek programowych około 13 razy w stosunku do liczby obro-

Tablica II-4

Zasadnicze dane silnika szyfratora ERD-1100

Lp.	Wyszczególnienie	Dane
1	Typ silnika	SHS-36
2	Rodzaj silnika	silnik histerezowy, dwufazowy z fazą pomocniczą kondensatorową
3	Rodzaj wykonania	silnik wyposażony na wałku w przekładnię złożoną z trzech kół zębatych
4	Rodzaj budowy	zamknięta
5	Moc znamionowa	8 VA
6	Napięcie znamionowe	220 V 50 Hz
7	Znamionowa prędkość obrotowa	1000 obr/min (500)
8	Prąd znamionowy	0,3 A
9	Współczynnik mocy	0,78
10	Zakres zmian temperatury otoczenia	±40°C

Tablica II-5

Charakterystyczne wielkości tarczek programowych srzyfratora ERD-1100

Nr tarczki programowej	I impuls [ms]	I przerwa [ms]	II impuls [ms]	II przerwa [ms]	III impuls [ms]	III przerwa [ms]
1	350 340—360	120 110—130	220 210—230	120 110—130	220 210—230	570 550—590
2	380 370—390	120 110—130	380 370—390	720 700—740	—	—
3	230 220—240	570 550—590	230 220—240	570 550—590	—	—

tów wirnika. Tarczki programowe są umieszczone na wałku ostatniego koła zębatego przekładni. Napęd zestyków zwiernych jest wykonany w ten sposób, że po powierzchni zewnętrznej tarczek programowych toczą się rolki wyposażone w łożyska kulkowe, co ma zapobiegać przyspieszonemu niszczeniu powierzchni tarczek programowych.

Wirnik silnika jest wykonany z materiału magnetycznego twardego. Wirnik stanowiący osłonę stojana jest ułożyskowany na kulce, a ruch jego przenosi się na przekładnię za pośrednictwem wałka przechodzącego przez środek stojana.

Górna krawędź wirnika ma wyżłobione skrzydełka ssące powietrze przez szczelinę utworzoną między stojanem a wirnikiem, co stanowi naturalne chłodzenie silnika.

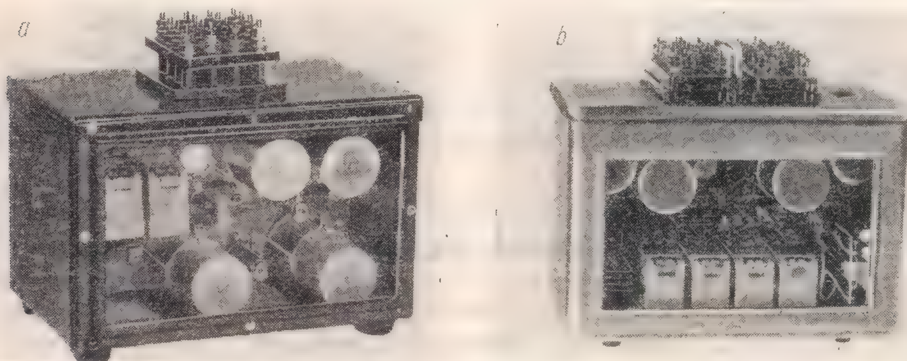
Impulsy prądowe wytwarzane przez szyfrator są przekazywane przez przekaźnik impulsujący do obwodu torowego.

2. Odbiorniki impulsów (deszyfratory)

a. Deszyfrator typu DJA-3

Deszyfratory używane w urządzeniach zrk są przeznaczone do „odczytywania" kodów, odbieranych z obwodów torowych za pośrednictwem przekaźnika torowego, oraz do określania rodzaju sygnału i przekazania tej informacji przekaźnikom sygnałowym *P* i *Z*.

Deszyfrator typu DJA-3 (rys. II-10), steruje nie tylko dwoma przyłączonymi do niego przekaźnikami sygnałowymi *P* i *Z*, ale również przekaźnikiem kontrolnym PK.

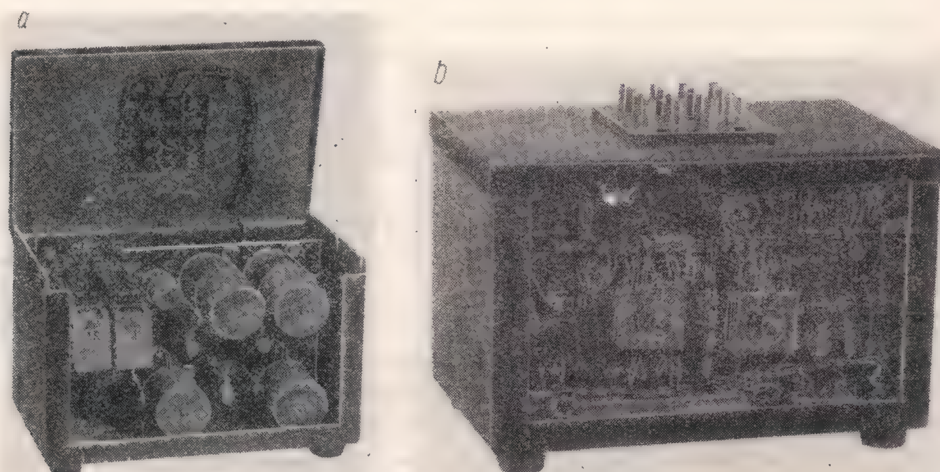


Rys. II-10. Ogólny widok deszyfratora
a — typu DJA-3, *b* — typu DJA-3B

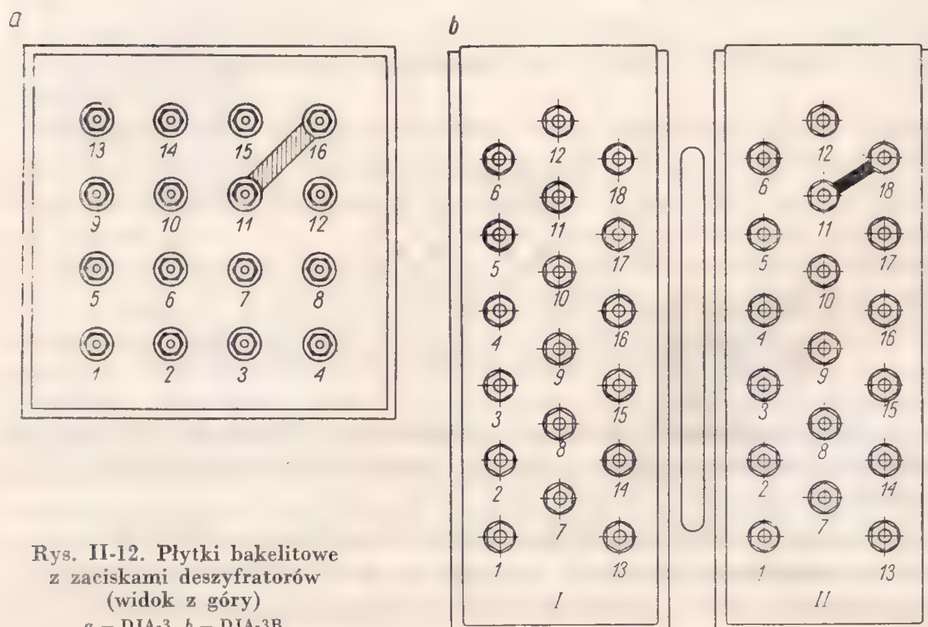
Elementy deszyfratora są umieszczone w metalowej obudowie z oszkloną ścianą przednią, umożliwiającą obserwację pracy przekaźników umieszczonych wewnątrz.

Odejmowane ścianki przednia, tylna i górna umożliwiają łatwy dostęp do elementów znajdujących się wewnątrz deszyfratora (rys. II-11).

W celu umożliwienia szybkiej wymiany deszyfratora na inny do górnej pokrywy deszyfratora jest umocowana specjalna płytka bakelitowa, która umożliwia wtykowe połączenie z inną podobną płytką wyposażoną w zaciski śrubowe. Zaciski na płytce wtykowej deszyfratora DJA-3 (rys. II-12) są oznaczone numerami od *1* do *16*, a deszyfratora DJA-3B dwie płytki wtykowe każda po 18 zacisków. Ta sama numeracja występuje na schemacie ideowym deszyfratora (rys. II-13).



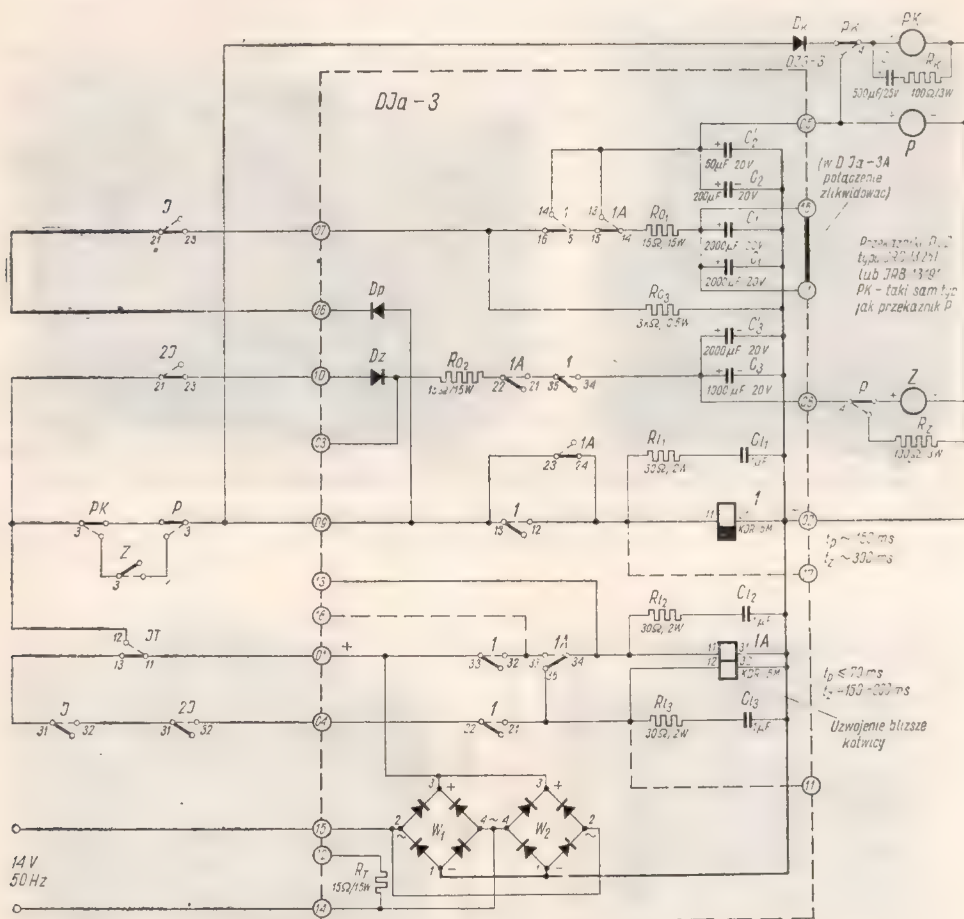
Rys. II-11. Widok deszyfratora DJA ze zdjętymi ściankami
a — przednią i górną, *b* — tylną



Rys. II-12. Płytki bakelitowe z zaciskami deszyfratorów (widok z góry)
a — DJA-3, *b* — DJA-3B

Częściami składowymi deszyfratora są:
przekaźniki typu KDR-5M, kondensatory elektrolityczne i papierowe, oporniki, prostowniki, diody półprzewodnikowe.

Wymienione elementy są umieszczone wewnątrz deszyfratora i przymocowane do pionowej płyty bakelitowej. Przekaźniki, kondensatory elektrolityczne i oporniki są umieszczone na przedniej stronie płyty, oporniki wchodzące w skład układów gasikowych, prostowniki i diody półprzewodnikowe — na tylnej stronie



Rys. II-13. Schemat ideowo montażowy deszyfratora typu DJA-3

płyty, a trzy kondensatory papierowe są umocowane bezpośrednio do obudowy, tj. do dna deszyfratora. Opornik Ro_3 jest umieszczony pod płytką zaciskową do zacisków *02* i *07*.

Jako przekaźniki liczące użyte zostały przekaźniki typu KDR-5M.

Przekaźnik liczący impulsy *1* ma nałożone na rdzeń pierścienie opóźniające po obu stronach cewki, osadzonej również na tym samym rdzeniu. Przekaźnik

liczący przerwy między impulsami *1A* ma dwie jednakowe cewki bez pierścieni opóźniających.

Czasy działania przekaźnika *1* można regulować przez zmianę liczby pierścieni miedzianych umieszczonych na rdzeniu przekaźnika *1* oraz ich położenia w stosunku do cewki.

Kondensatory znajdujące się w deszyfratorze są przystosowane do pracy w temperaturze od -40 do $+60°C$ i wilgotności względnej otoczenia do 98%.

Elementy prostownicze użyte w postaci stosów selenowych są zmontowane w układach mostkowych Graetza i pracują one jako prostowniki jednofazowe. W celu uzyskania większych mocy prądu wyprostowanego dwa stosy łączy się ze sobą równolegle. Nie można dopuszczać do grzania się elementów selenowych, gdyż może to być przyczyną uszkodzenia prostownika. Temperatura płytek selenowych nie powinna przekraczać temperatury $+75°C$.

Diody germanowe pracujące w deszyfratorze są przystosowane do prostowania prądu zmiennego o częstotliwości $f = 50$ Hz i większej. Są to diody warstwowe typu DG-C lub typu D7B według nowszego oznaczenia. Diody germanowe są często zastępowane diodami krzemowymi.

Wszystkie ważniejsze punkty układu wewnętrznego wyprowadzone są na zaciski, oznaczone tymi samymi numerami od *1* do *16*, jak na płytce wtykowej, umieszczonej na deszyfratorze.

Lokalne zasilanie deszyfratora pobiera prąd zmienny o napięciu 14 V i częstotliwości 50 Hz doprowadzony do zacisków *14* i *15* oraz do dwóch mostków prostowniczych W_1 i W_2 (rys. II-13). Wyprostowane napięcie jest wyprowadzone na zaciski *01* (+) i *02* (—). Przekaźnik liczący impulsy *1* jest dołączony do zacisku *09*. W tym obwodzie znajduje się zestyk zwierny przekaźnika *1* i równolegle włączony do niego zestyk rozwierny przekaźnika *1A*. W ten sposób została zrealizowana kontrola zwalniania kotwicy przekaźnika *1A*, gdyż w razie pozostania go w stanie czynnym nie nastąpi wzbudzenie przekaźnika *1*, a na semaforze ukaże się światło czerwone.

Obwód przekaźnika liczącego przerwy *1A* jest wyprowadzony na zacisk *04* przez zestyk zwierny przekaźnika *1* i swój zestyk zwierny w położeniu biernym. Do zacisku *01* jest wyprowadzony przez zestyk zwierny przekaźnika *1* i swój zestyk zwierny.

Zasilanie kondensatora C_1 odbywa się przez rozwierne zestyki przekaźników *1* i *1A* z zacisku *07*. Zaciski *07* i *06* są zwarte przez rozwierny zestyk przekaźnika impulsującego sąsiedniego odstępu. Do obwodu kondensatora C_1 jest włączona szeregowo dioda germanowa D_p. Celem tej diody jest wykluczenie możliwości rozładowania się kondensatora C_1 przez uzwojenie przekaźnika liczącego *1*, uniemożliwienie rozładowania się kondensatora C_1 na elementach przyłączonych do prostowników W_1 i W_2 w chwili, gdy napięcie wyprostowane jest niższe od napięcia panującego na płytkach kondensatora, oraz ochrona przed utratą pojemności kondensatora podczas długotrwałej pracy rozładowania go prądem o dużej wartości. Kondensator C_1 może się rozładować w obwodzie drugiego kondensatora C_2 przez zwierne zestyki przekaźników *1* i *1A*. Wielkość prądu

ładowania i rozładowania ogranicza opornik R_{O1} włączony szeregowo w ten obwód.

Kondensator C_2 jednym biegunem jest podłączony do wspólnego minusa (zacisk *02*), a drugim — do zacisku *05*, do którego jest przyłączony przekaźnik sygnałowy *P*, zasilany z tego kondensatora.

Zwiększenie pojemności uzyskano przez równoległe połączenie dwóch jednakowych kondensatorów (C_1 i C_1') i przyłączenie ich dodatnich płytek do zacisków *11* i *16*.

Kondensator C_3 jest przyłączony z jednej strony do zacisku *02*, a z drugiej przez dwa zestyki zwierne przekaźników liczących *1* i *1A* oraz diodę *Dz* i opornik Ro_2 do zacisku *10*. Rola diody *Dz* oraz opornika Ro_2 jest taka sama jak *Dp* i Ro_1 w obwodzie kondensatora C_1.

Płytka plusowa kondensatora C_3 jest przyłączona do zacisku *08*, do którego jest także przyłączony jeden koniec uzwojenia przekaźnika sygnałowego *Z*. Drugi koniec uzwojenia przekaźnika sygnałowego *Z* jest połączony wspólnie z końcem przekaźnika sygnałowego *P* z zaciskiem *02*. Opornik Ro_3 bocznikuje kondensator C_1, umożliwiając jego szybkie rozładowanie po zajęciu odpowiedniego odcinka przez pociąg.

Opornik R_T włączony między zaciski *12* i *14* podgrzewa wnętrze deszyfratora podczas obniżenia się temperatury otoczenia (—30°). Włączenie to następuje po zwarciu zewnętrznych zacisków *12* i *15*.

Oprócz wymienionych zacisków na płycie zaciskowej znajdują się jeszcze inne zaciski, służące do wykonywania pomiarów kontrolnych podczas pracy deszyfratora. Należą do nich: *03* — kontrola działania diody *Dz*, *13* — kontrola napięcia na uzwojeniu przekaźnika liczącego *1A*, *16* — pomiar napięcia na kondensatorze C_1.

Oprócz deszyfratora typu DJa-3 jest używany również deszyfrator typu DJa-3A. Zasada działania obu deszyfratorów jest identyczna, a różnice konstrukcyjne są nieznaczne. Różnice te polegają na tym, że:

— kondensatory C_1 i C_1' w deszyfratorze DJa-3A są ze sobą połączone na stałe i nie muszą być zwierane zaciskami *11* i *16*,

— uzwojenia przekaźników *1* i *1A* są wyprowadzone na zaciski *11* i *17* (na rys. II-13 zaznaczono to linią przerywaną),

— przeprowadzanie kontroli działania zestyków przekaźników *1* i *1A* umożliwione zostało przez zaciski *11*, *17* i *18*,

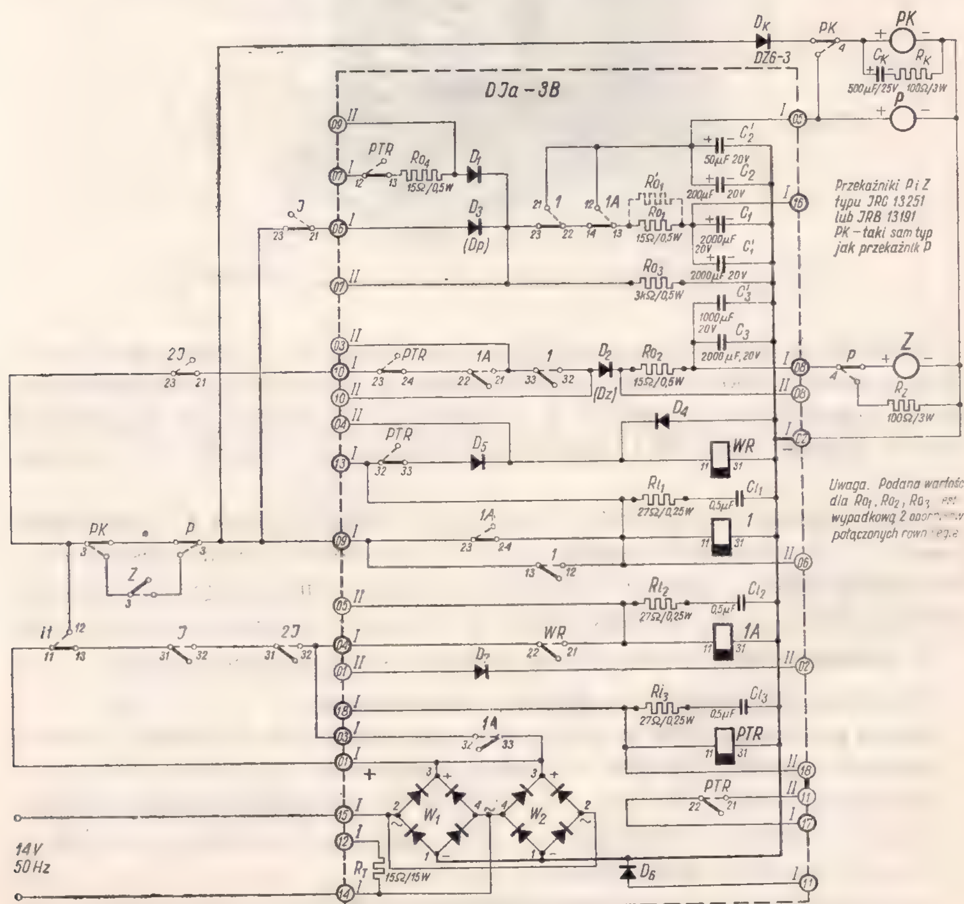
— płytka zaciskowa deszyfratora DJa-3A ma 18 zacisków.

W blokadzie kodowej typu CNII znajduje zastosowanie również deszyfrator typu DJa-3B, którego schemat połączeń wewnętrznych jest pokazany na rysunku II-14. Różnica między deszyfratorem typu DJa-3B i deszyfratorem typu DJa-3 polega na wprowadzeniu do wnętrza deszyfratora DJa-3B dwóch dodatkowych przekaźników typu KDR-5M (PTR i WR), których zestyki kontrolują w obwodzie deszyfratora złącza izolowane dwóch sąsiednich odcinków izolowanych. W blokadzie stosowanej na PKP przekaźnik PTR deszyfratora jest całkowicie

wyłączony z pracy, a *WR* pracuje synchronicznie z przekaźnikiem liczącym *1A*, stanowiąc powtarzacz przekaźnika liczącego *1*.

Diody germanowe D_1, D_6 i D_7 deszyfratora stosowanego na PKP są wyłączone z działania, diody D_2 i D_3 zapobiegają rozładowaniu się kondensatorów C_1, C_2 i C_3 umieszczonych w obwodach przekaźników *1*, *1A* i *WR*. Dioda D_4 zwiększa opóźnienie zwalniania kotwicy przekaźnika *WR*, a dioda D_5 uniemożliwia bocznikowanie diodą D_4 przekaźnika *1*.

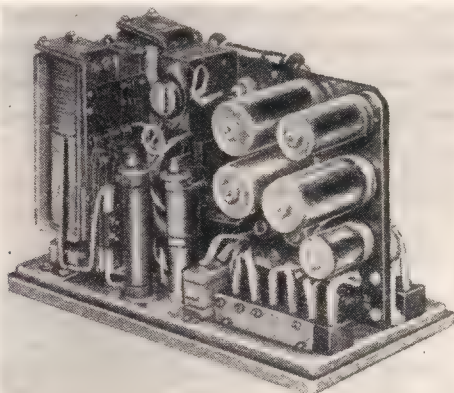
Deszyfrator typu DJa-3B ma kilka wyprowadzeń obwodów kontrolnych, które umożliwiają pomiary charakterystyk przekaźników i innych części bez otwierania deszyfratora. Obwody te wyprowadzone są na zaciski płytki zaciskowej *II*. Z rysunku II-14 widać, że jeśli jest zastosowany deszyfrator w blokadzie CNII na PKP, to jest wykorzystana wówczas tylko płytka zaciskowa *I* (oznaczenia zacisków jak na rys. II-12b). Stosując deszyfrator DJa-3B nie należy zwierać zacisków *11* i *16*, zestyk zwierny przekaźnika *1* (*23*) należy zwierać z zaciskiem *I-09*, a nie *I-07*, zewrzeć zacisk *I-04* z *I-03*. Wszystkie inne połączenia są wykonane we wszystkich trzech typach deszyfratorów w ten sam sposób.



Rys. II-14. Schemat ideowo-montażowy deszyfratora typu DJA-3B

b. Deszyfrator typu ERD-2101

Na PKP jest stosowany obecnie deszyfrator typu ERD-2101, produkowany przez Zakłady Wytwórcze Urządzeń Sygnalizacyjnych z przeznaczeniem dla trzystawnej samoczynnej blokady kodowej. Ogólny widok deszyfratora ERD-2101 jest pokazany na rysunku II-15. Deszyfrator ten współpracuje z przekaźnikami sygnałowymi *P* i *Z*. Podobnie jak w innych deszyfratorach tak i tu poszczególne elementy umieszczone są w pyłoszczelnej obudowie, chroniącej wnętrze deszyfratora przed pyłem, kurzem i uszkodzeniami mechanicznymi, która jest oszklona w przedniej ścianie. Obecnie obudowa jest wykonywana z pleksiglasu przymocowanego do podstawy deszyfratora.



Rys. II-15. Ogólny widok deszyfratora typu ERD-2101

Konstrukcja deszyfratora umożliwia szybką i łatwą jego wymianę dzięki zastosowaniu gniazd wtykowych, do zacisków których są dołączone na stałe przewody. Zaciski pokazane na rysunku II-16 umożliwiają przyłączenie do deszyfratora obwodu blokady kodowej i sygnalizacji zbliżania lub służą do wykonywania pomiarów.

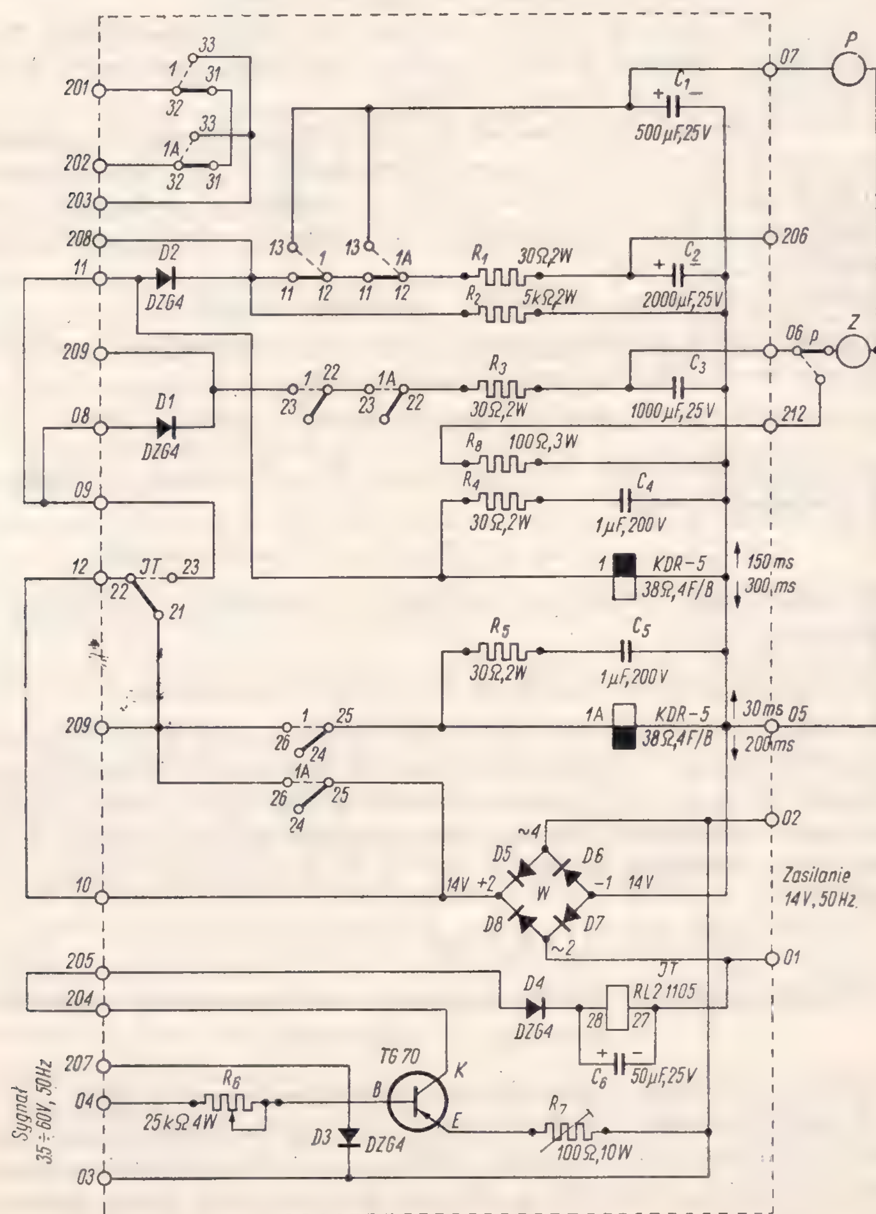
Układ elektryczny deszyfratora stanowią: przekaźnik torowy *JT*, przekaźniki liczące *1* i *1A*, przekaźniki sygnałowe *P* i *Z* oraz obwód zasilania deszyfratora. Deszyfrator odbiera impulsy z obwodu torowego, wzmacnia je, odszyfrowuje odebrany kod i przekazuje odpowiednie informacje przekaźnikom sygnałowym.

W układzie połączeń deszyfratora rozróżnia się następujące obwody:

— obwód zasilający wszystkie elementy deszyfratora,
— obwód przekaźników liczących *1* i *1A*, przeznaczonych do liczenia nadchodzących impulsów i przerw w każdym cyklu kodu,
— obwód przekaźnika torowego *JT*, służącego do odbierania impulsów nadchodzących z odcinka izolowanego (obwodu torowego) i przekazywania ich do innych elementów deszyfratora,
— obwód przekaźnika sygnałowego zielonego światła *Z*, wzbudzającego się przy odbiorze kodu złożonego z dwóch lub trzech impulsów w cyklu kodu,

— obwód przekaźnika sygnałowego pomarańczowego światła *P*, wzbudzającego się przy odbiorze któregokolwiek kodu.

Fazoczuły wzmacniacz tranzystorowy z tranzystorem typu TG 70 wzmacnia impulsy sygnału tylko wówczas, gdy napięcie sygnału jest przesunięte w fazie względem napięcia zasilania wzmacniacza o kąt bliski 0°. Ta właściwość została wykorzystana do kontroli złączy izolowanych i dlatego sąsiednie odcinki izolowane



Rys. II-16. Schemat ideowo-montażowy deszyfratora ERD-2101

są zasilane napięciami przesuniętymi w fazie względem siebie o kąt 180°. Napięcie, jakie może się przedostać do obwodu torowego z sąsiedniego odcinka izolowanego w razie uszkodzenia izolacji, nie będzie wzmocnione i nie spowoduje uruchomienia deszyfratora.

Przekaźnik torowy zadziała tylko wówczas, gdy otrzyma wzmocniony odpowiednio impuls napięcia. Kondensator C_6, bocznikujący uzwojenie przekaźnika torowego, powoduje opóźnienie działania przekaźnika torowego, który pracuje w takt odbieranych impulsów z odcinka izolowanego.

Jako przekaźniki liczące są tu zastosowane przekaźniki typu KDR-5. Przekaźnik liczący *1* rejestruje pierwszy impuls w cyklu kodu, a przekaźnik *1A* rejestruje krótką przerwę między impulsami.

W obwody przekaźników liczących wchodzi zestyk przełączny *22* przekaźnika torowego *JT* oraz zestyki zwierne *25* przekaźników *1* i *1A*. Uzwojenia przekaźników liczących są zbocznikowane układami gasikowymi, mającymi na celu zabezpieczenie uzwojeń tych przekaźników. W rachubę wchodzą kondensatory i oporniki C_4R_4 oraz C_5R_5.

Działanie deszyfratora odbywa się w następujący sposób:

Pojawienie się w obwodzie torowym pierwszego impulsu prądu spowoduje wzbudzenie przekaźnika torowego *JT* w obwodzie:

zac. *01*, **JT**, D_4, zac. *205*, zac. *204*, *TG70*, zac. *03* zac. *02*

i zamknięcie obwodu przekaźnika *1* zestykiem JT_{22}. Przekaźnik *1* wzbudzi się w następującym obwodzie:

$-14\ V$, **1**, zac. *11*, zac. *09*, $JT_{22}\uparrow$, zac. *12*, zac. *10*, $+14V$

z opóźnieniem około 150 ms, ponieważ najpierw naładuje się kondensator C_2 w obwodzie:

$-14\ V$, C_2, R_1, $1A\downarrow$, $1\downarrow$, D_2, zac. *11*, zac. *09*, $JT_{22}\uparrow$, zac. *12*, zac. *10*, $+14V$

którego wyładowanie umożliwia wzbudzenie się przekaźnika *P* po zadziałaniu przekaźnika liczącego *1*. Zakończenie impulsu powoduje zwolnienie kotwicy przekaźnika torowego *JT* i zamknięcie obwodu zasilania przekaźnika *1A* przez zestyk zwierny przekaźnika *1*, który dzięki opóźnieniu pozostaje jeszcze w stanie czynnym, uniezależniając przekaźnik *1A* od stanu przekaźnika torowego *JT* w obwodzie:

$-14\ V$, **1A**, $1\uparrow$, $JT_{22}\downarrow$, zac. *12*, zac. *10*, $+14\ V$

Wzbudzony przekaźnik *1A* jest zasilany poprzez własny zestyk *25* w obwodzie:

$-14\ V$, **1A**, $1\uparrow$, $1A\uparrow$, $+14\ V$

Odebranie pierwszego impulsu powoduje wzbudzenie przekaźników *1* i *1A*. Gdy w czasie opóźnienia zwalniania kotwicy przekaźnika *1*, które wynosi około 30 ms, nastąpi odebranie następnego impulsu w czasie krótszym od opóźnienia zwalniania kotwicy przekaźnika *1*, wówczas oba przekaźniki liczące pozostają nadal wzbudzone.

Długa przerwa, jaka nastąpi między impulsami, powoduje zwolnienie kotwicy przekaźnika *1*, który swym zestykiem przerwie obwód przekaźnika *1A*, powodując opadnięcie jego kotwicy z opóźnieniem wynoszącym około 200 ms. Nowy impuls następnego kodu spowoduje powtórzenie pracy przekaźników liczących.

Zadaniem opornika R_1 w obwodzie deszyfratora jest ograniczenie prądów ładowania kondensatorów C_1 i C_2, a to z kolei ma na celu ochronę zestyków przekaźników liczących 1_{12} i $1A_{12}$. Dioda D_2 nie dopuszcza do rozładowania kondensatora C_1 przez uzwojenie przekaźnika *1*, gdy przekaźniki *1* i *1A* są w stanie biernym. Znajdujące się w obwodzie przekaźnika sygnałowego *P* zestyki 1_{12} i $1A_{12}$ kontrolują pracę przekaźników *1* i *1A*. Jeśli któryś z tych przekaźników nie zostanie wzbudzony, to nastąpi przerwanie obwodu przekaźnika *P* i na semaforze ukaże się światło czerwone.

Przekaźnik sygnałowy światła pomarańczowego *P* ma w swoim obwodziei kondensator C_1, kondensator C_2, opornik R_1, diodę germanową D_2 oraz zestyko *12* przekaźników *1* i *1A*. Wzbudza się on przy odbiorze dowolnego kodu wysłanegy przez szyfrator, natomiast przekaźnik sygnałowy *Z* wzbudzi się tylko przuodbiorze przez deszyfrator kodu złożonego z więcej niż jednego impulsu. Wzb*P*, dzenie przekaźnika *Z* może nastąpić po uprzednim wzbudzeniu się przekaźnika którego zestyk znajduje się w obwodzie przekaźnika *Z*.

W obwód przekaźnika *Z* wchodzi kondensator C_3, opornik R_3, dioda germanowa D_1 i zestyki *22* przekaźników *1* i *1A* oraz zestyk przekaźnika *P*. Jeśli podczas wzbudzenia przekaźnika *P* deszyfrator odbierze drugi impuls z cyklu danego kodu, to ładuje się kondensator C_3 i po jego naładowaniu wzbudzi się dopiero przekaźnik *Z*.

Zasilanie deszyfratora prądem stałym odbywa się za pomocą prostownika złożonego z czterech diod germanowych (lub krzemowych) D_5 do D_8 w układzie Graetza. Prądem stałym zasilane są obwody przekaźników sygnałowych i liczących. Przekaźnik torowy jest zasilany bezpośrednio impulsami prądu zmiennego.

W razie przerwy w obwodzie lub zwarcia z innym źródłem prądu elementy pracujące w takt impulsów przestają impulsować, co oznacza powstanie jakiejś usterki. Zasady tej nie można zastosować do obwodów przekaźników sygnałowych, które nie są kontrolowane, gdyż przekaźniki sygnałowe w schematach pełnią funkcję przewidziane dla przekaźników I klasy. Dlatego w układzie deszyfratora obwody przekaźników sygnałowych są wykonane w sposób uniemożliwiający zwarcie ich z jakimkolwiek innym elementem przewodzącym prąd. Przewody użyte do wykonania tych połączeń mają izolację bardzo odporną na uszkodzenia oraz są prowadzone niezależnie od pozostałych przewodów i nie są wiązane we wspólnych wiązkach.

Regulowanie deszyfratora odbywa się przez zmianę oporności opornika R_7 zasilanego napięciem 14 V, 50 Hz oraz przy kącie przesunięcia fazowego między napięciem zasilającym i napięciem sygnału wynoszącym 0°. Napięcie sygnału wywołujące wzbudzenie przekaźnika *JT* należy ustalić na 18 V. Napięcie sygnału wywołujące zwalnianie przekaźnika *JT* powinno wynosić minimum 15 V i należy je dołączyć do zacisków *03* oraz *04* deszyfratora.

3. Elektronizacja elementów urządzeń automatycznych zrk

Szybki rozwój nowoczesnej techniki w zakresie automatyzacji urządzeń zrk wymaga stosowania elementów o dużym stopniu niezawodności działania i dokładności oraz szybkości działania. Daje się również zauważyć dążenie do miniaturyzacji tych elementów.

Dotychczasowy, podstawowy element, jaki stanowił przekaźnik elektromagnetyczny opiera swoje czynności na pracy zestyków ruchomych. Jego działanie polegające na włączaniu, wyłączaniu lub przełączaniu obwodów elektrycznych jest jednak zbyt powolne, przekaźnik ma duże wymiary i nie jest dostosowany do pracy w obwodach impulsujących i częstotliwościowych. Aby uniknąć jakichkolwiek ruchów mechanicznych dąży się do stosowania elementów elektronicznych.

Do elementów elektronicznych, które znajdą zapewne coraz większe zastosowanie w układach urządzeń zrk, zaliczamy diody i tranzystory, ferryty, lampy wzmiacniające, liczące i łącznikowe oraz lampy z zimną katodą, jak również warystory, termistory, trochotrony, tyratrony i inne.

Elementy te powinny odpowiadać takim wymaganiom, jak: dokładność i niezawodność pracy, szybkość działania, możność wykorzystania tych elementów w układach logicznych, w obwodach liczących oraz w układach do przekazywania informacji.

Nie wszystkie z wymienionych elementów zostały dotychczas dostatecznie dokładnie zbadane, a wiadomo, że parametry niektórych elementów w różnych warunkach pracy ulegają zmianom w dość znacznych granicach. Toteż przed ustaleniem elementarnych układów automatyki urządzeń zrk, w których znajdą lub znalazły już zastosowanie elementy elektronowe, należy każdorazowo określić podstawowe własności techniczne tych elementów z punktu widzenia ich przydatności w układach automatyki urządzeń zrk.

Mimo uzyskiwania elementów półprzewodnikowych o wysokiej jakości, przeprowadza się w dalszym ciągu próby i badania dla osiągnięcia większej stabilności pracy tych elementów oraz uzyskania lepszych parametrów elektrycznych. Własności tranzystorów zależą nie tylko od dokładności ich produkcji, ale również od nowych rodzajów materiałów. W związku z szybkim rozwojem elementów półprzewodnikowych produkuje się nowe typy tranzystorów o coraz lepszej jakości ich parametrów.

W automatyce urządzeń zrk oprócz tranzystorów są stosowane często diody germanowe lub krzemowe, a w szczególności w układach prostowniczych, logicznych, liczących i jako elementy blokujące.

W urządzeniach automatyki stosuje się coraz częściej elementy elektromagnetyczne, spełniające funkcje łączeniowe lub też funkcje logiczne. Zasadniczą ich cechą jest prawie prostokątna pętla histerezy. Prostokątną pętlę histerezy mają również ferromagnetyki, które znajdują szerokie zastosowanie w automatyce (ferryty). Ferryty te mają naturalną, prostokątną pętlę histerezy.

III. URZĄDZENIA PRZETWARZAJĄCE

Do urządzeń przetwarzających wykorzystywanych do zasilania urządzeń zrk należą:
— transformatory,
— prostowniki,
— przetwornice sygnałowe i blokowe.

1. Transformatory

Transformator jest to urządzenie, które służy do przetwarzania energii elektrycznej prądu zmiennego o określonym napięciu na prąd zmienny o innym bądź o tym samym napięciu; działa on na zasadzie elektromagnetycznej bez udziału ruchu mechanicznego. Napięcie wtórne uzyskuje się przy tej samej częstotliwości.

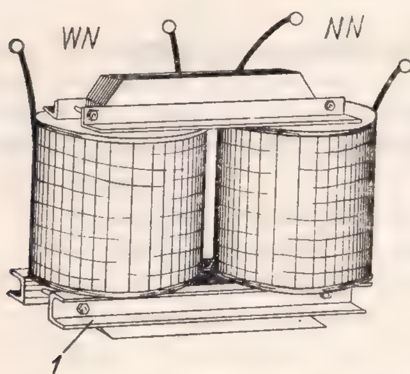
Transformatory transformują napięcie 380 V lub wyższe na napięcie potrzebne do zasilania urządzeń zrk. Są to transformatory 3×380/3×220 V i 3×220/ /3×220 V do zasilania odcinków izolowanych, transformatory jednofazowe 380/250 V (z odczepem 220 V) do zasilania obwodów nastawczych zwrotnic i wykolejnic oraz transformatory jednofazowe 380/220 V (z odczepem 145 V) do zasilania obwodów świateł nie mających indywidualnych transformatorów oddzielających.

a. Transformator jednofazowy

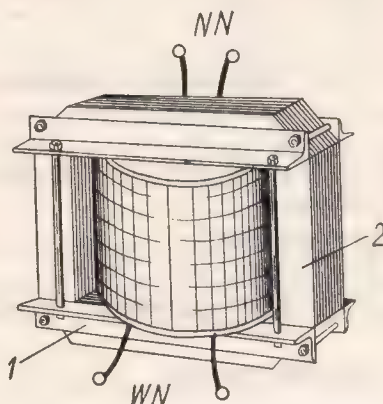
Transformator jednofazowy składa się z rdzenia i dwóch uzwojeń. Części pionowe rdzenia, na których są nawinięte uzwojenia, nazywa się słupami, a części łączące te słupy — jarzmami. Rozróżnia się jarzmo górne i dolne. Wolna przestrzeń między słupami i jarzmami jest nazywana oknem transformatora.

Jeżeli uzwojenia pierwotne i wtórne zostaną umieszczone osobno na 2 słupach o jednakowym przekroju (rys. III-1), to taki transformator jest rdzeniowy. Gdy natomiast oba uzwojenia będą osadzone na 1 wspólnym słupie, drugi zaś słup zostanie rozdzielony na 2 części, tak że obejmuje on uzwojenie, wówczas taki transformator nazywa się płaszczowy (rys. III-2). Małe transformatory płaszczowe mają szerokie zastosowanie, np. do celów sygnalizacyjnych, radiowych itp. W innych przypadkach, zwłaszcza do zasilania, są stosowane transformatory rdzeniowe.

Jeżeli do zacisków uzwojenia pierwotnego (rys. III-3) zostanie dołączone napięcie sieci prądu zmiennego U_1, a uzwojenie wtórne będzie bez obciążenia, czyli pozostanie otwarte, to pod wpływem napięcia U_1 przez uzwojenie pierwotne popłynie prąd J_o, który w rdzeniu wytworzy strumień magnetyczny Φ_1. Strumień Φ_1 dzieli się na: strumień główny Φ przenikający przez obydwa uzwojenia i strumień rozproszenia Φ_s, który zamyka się wokół uzwojenia pierwotnego.



Rys. III-1. Transformator rdzeniowy
NN — niskie napięcie, *WN* — wysokie napięcie
1 — jarzmo



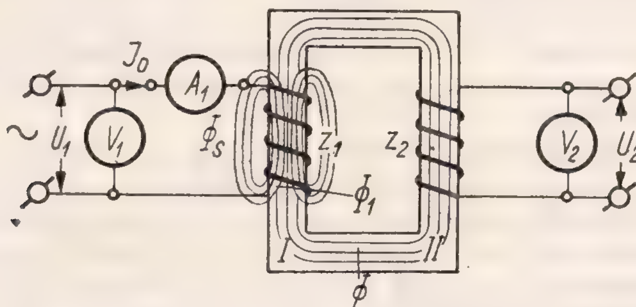
Rys. III-2. Transformator płaszczowy
NN — niskie napięcie, *WN* — wysokie napięcie
1 — jarzmo, *2* — słup

Strumień główny Φ stanowi większą część wytworzonego strumienia Φ_1, zamykającego się przez obwód magnetyczny transformatora, a strumień rozproszenia Φ_s stanowi niewielką część wytworzonego strumienia Φ_1, zamykającego się przez powietrze.

Prąd J_o płynący w uzwojeniu pierwotnym składa się z prądu magnesującego J_μ, wytwarzającego strumień magnetyczny, oraz z prądu jałowego J_{ow}, pokrywającego straty w żelazie.

Obciążenie transformatora

Gdy do zacisków uzwojenia wtórnego transformatora zostanie dołączony opornik o pewnej oporności R_2, wówczas w uzwojeniu tym popłynie prąd J_2.

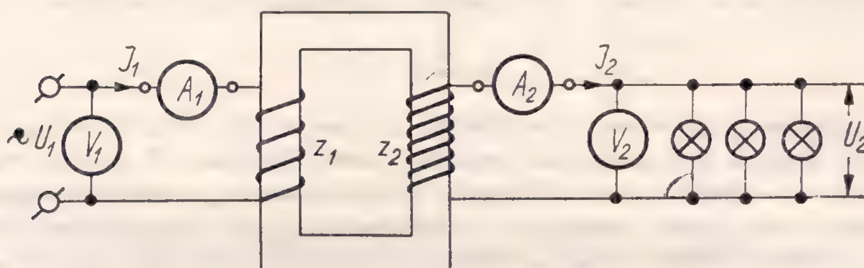


Rys. III-3. Zasada pracy transformatora jednofazowego w stanie jałowym
A_1 — amperomierz po stronie uzwojenia pierwotnego, J_0 — prąd biegu jałowego, U_1 i U_2 — napięcia strony pierwotnej i wtórnej, V_1 i V_2 — woltomierze wskazujące te napięcia, z_1 i z_2 — zwoje pierwotne i wtórne, Φ — strumień główny, Φ_s — strumień rozproszenia, Φ_1 — strumień wytworzony przez prąd J_0, *I*, *II* — słupy transformatora

Prąd J_2 spowoduje odpowiedni wzrost prądu w uzwojeniu pierwotnym dla pokrycia obciążenia transformatora po stronie uzwojenia wtórnego.

Jeżeli uzwojenie wtórne wykonano o tej samej liczbie zwojów co uzwojenie pierwotne, to wskazówki obu włączonych woltomierzy — jednego po stronie pierwotnego, a drugiego po stronie wtórnego uzwojenia — wychylają się prawie jednakowo.

Gdy w obwód uzwojenia wtórnego zostanie włączony jakiś odbiornik, np. żarówki, wówczas w obwodzie tym popłynie prąd zmienny J_2, którego natężenie odczytuje się na amperomierzu A_2 włączonym w obwód wtórny (rys. III-4).



Rys. III-4. Układ transformatora jednofazowego pod obciążeniem

A_1 i A_2 — amperomierze po stronie uzwojenia pierwotnego i wtórnego, J_1 i J_2 — prąd zmienny w obwodzie pierwotnym i wtórnym, U_1 i U_2 — napięcia w obu obwodach, V_1 i V_2 — woltomierze wskazujące te napięcia

W tym czasie w obwodzie pierwotnym popłynie prąd zmienny J_1, którego natężenie można odczytać z amperomierza A_1.

Z porównania odczytanych wielkości prądów wynika, że natężenie prądu w obwodzie uzwojenia wtórnego jest prawie tyle razy większe (mniejsze) od natężenia prądu w obwodzie uzwojenia pierwotnego, ile razy liczba zwojów (lub napięcie) obwodu wtórnego jest mniejsza (większa) od liczby zwojów (lub napięcia) uzwojenia pierwotnego; z pewnym przybliżeniem można to wyrazić wzorem:

$$\vartheta = \frac{U_1}{U_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{J_2}{J_1}$$

Zmieniając natężenie prądu w obwodzie uzwojenia wtórnego, np. przez włączanie równoległe równej liczby żarówek (rys. III-4) zauważymy, że odpowiednio będzie ulegało zmianom także natężenie prądu w obwodzie uzwojenia pierwotnego, i to zawsze w tym samym stosunku.

Woltomierz włączony po stronie wtórnej będzie wskazywał przy obciążeniu nieco mniejsze wartości napięcia niż obliczone z przekładni transformatora:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{z_1}{z_2}$$

Jest to spowodowane stratami napięcia, które zachodzą w obciążonym transformatorze. Wielkość tych strat pokazuje różnica wskazań woltomierza w stanie jałowym transformatora i pod obciążeniem.

Przy pełnym obciążeniu transformatora straty napięcia nie przekraczają kilku procent całkowitej wartości wtórnego napięcia transformatora, wskutek czego stosunek napięć $\frac{U_1}{U_2}$ obciążonego transformatora niewiele różni się od stosunku tych wartości przy jego stanie jałowym, tj. od przekładni:

$$\vartheta = \frac{z_1}{z_2}$$

Przy przenoszeniu energii elektrycznej z jednego obwodu transformatora na drugi strumień magnetyczny odgrywa rolę pośrednika.

Transformator zasilany z sieci prądem o natężeniu J_1 przy napięciu U_1 pobiera moc pozorną:

$$P_z = J_1 \cdot U_1$$

Z przytoczonego wzoru na przekładnię wynika, że $J_1 U_1 = J_2 U_2$, co oznacza, że moc pozorna pobrana równa się mocy pozornej oddanej. W rzeczywistości jednak moc oddana jest zawsze mniejsza od mocy pobranej, zarówno ze względu na straty mocy, które występują w transformatorze, jak i na przesunięcie fazowe φ między wektorem prądu a wektorem napięcia, występujące przy obciążeniu indukcyjnym.

Moc pobraną i oddaną nazywa się mocą pozorną transformatora i mierzy się ją w VA, a przy dużych wielkościach — w kVA.

Mówiąc ogólnie o mocy transformatora, bez bliższego jej określenia, mamy na myśli zawsze moc pozorną pobraną w VA lub kVA. Gdy moc pozorną pomnożymy przez współczynnik mocy ($\cos \varphi$), otrzymamy wówczas moc czynną:

$$P = P_z \cdot \cos \varphi = J_1 U_1 \cdot \cos \varphi.$$

Wartość współczynnika mocy $\cos \varphi$ zależy od rodzaju obciążenia transformatora i waha się praktycznie w granicach od 0,6 do 1. Gdy obciążenie stanowią żarówki, które mają tylko oporność czynną, wówczas wartość współczynnika zbliża się do 1; natomiast gdy transformator jest obciążony silnikami o przeważającej biernej oporności indukcyjnej, wówczas wartość współczynnika jest znacznie mniejsza od 1. Moc czynna transformatorów mierzy się w W lub kW.

Stosunek mocy czynnej P_2, oddawanej po stronie wtórnej, do mocy czynnej P_1, pobieranej po stronie pierwotnej, nazywa się sprawnością transformatora η. Różnicę między mocą czynną pobraną a mocą czynną oddaną stanowią straty w żelazie i miedzi transformatora; straty te można określić za pomocą odpowiednich pomiarów.

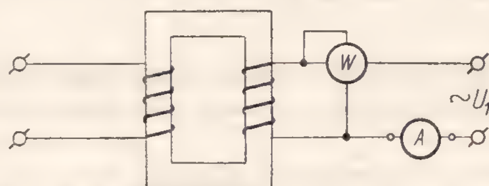
Sprawność transformatora oblicza się według następującego wzoru:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \text{straty w żelazie} + \text{straty w miedzi}} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_z + \Delta P_m} \cdot 100\%$$

Sprawność transformatora jest duża i waha się w granicach od 86 do 99% zależnie od jego mocy. Transformatory o większej mocy mają większą sprawność.

Jeżeli do zacisków uzwojenia pierwotnego dołączy się źródło prądu zmiennego, a uzwojenie wtórne pozostanie otwarte, to wskazówka amperomierza *A* włączonego w obwód pierwotny (rys. III-5) wychyli się nieco, wskazując pewną wartość prądu, który nazywamy p r ą d e m s t a n u j a ł o w e g o. Watomierz *W* włączony w ten sposób wskaże również pewną moc. Obwód wtórny nie oddaje żadnej mocy, gdyż jest otwarty.



Rys. III-5. Pomiar strat mocy biegu jałowego
A — amperomierz, *W* — watomierz

Część mocy, którą wskazuje watomierz, zużywa sam transformator oraz watomierz. Niewielką część tej mocy pochłania miedź uzwojenia pierwotnego, w którym amperomierz wskazał obecność prądu. Znaczną jednak część mocy zużywa rdzeń, w którym zmienny strumień magnetyczny indukuje siły elektromotoryczne, wskutek czego w rdzeniu przepływają prądy elektryczne, zwane p r ą d a m i w i r o w y m i. Oprócz tych strat są i inne. Na przykład przy każdej zmianie kierunku prądu zmienia się również kierunek strumienia magnetycznego w rdzeniu (występuje wówczas przemagnesowanie rdzenia). Zmiana kierunku strumienia magnetycznego pociąga za sobą pewne straty, zwane s t r a t a m i h i s t e r e z y.

Straty mocy spowodowane przez prądy wirowe i histerezę stanowią więc straty w żelazie, których następstwem jest nagrzewanie się rdzenia. Dla zmniejszenia tych strat w obwodach prądu zmiennego stosuje się rdzenie wykonane z cienkich blach transformatorowych, izolowanych od siebie. Straty w żelazie wraz ze stratami w uzwojeniu (w miedzi) stanowią łącznie straty s t a n u j a ł o w e g o. Straty te wskazuje watomierz *W* (rys. III-5). Dobrze działający transformator ma bardzo małe straty stanu jałowego.

W małych transformatorach prąd stanu jałowego nie powinien przekraczać 15% prądu znamionowego. Straty mocy w dobrze wykonanych dużych transformatorach powinny wynosić mniej niż 2%, a w małych transformatorach — nie więcej niż 10%.

W normalnie obciążonym transformatorze napięcie występujące na zaciskach wtórnych jest niższe od napięcia w stanie jałowym. Przyczyną tego jest spadek napięcia, którego wielkość jest podawana w procentach wtórnego napięcia znamionowego. Pomiaru spadku napięcia dokonuje się w sposób następujący.

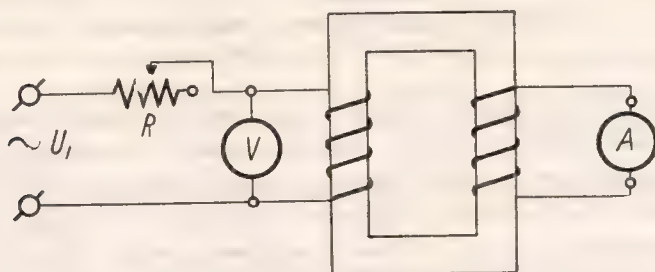
Wtórne uzwojenie transformatora (rys. III-6) zwiera się przez przyłączenie do jego zacisków amperomierza *A*. Źródło prądu zmiennego przyłącza się do za-

cisków uzwojenia pierwotnego, włączając w jego obwód opornik suwakowy R. Po włączeniu prądu reguluje się za pomocą opornika napięcie strony pierwotnej tak, aby prąd w uzwojeniu wtórnym osiągał wartość znamionową, która jest podana na tabliczce transformatora.

Wielkość napięcia, jaką wskazuje woltomierz V na zaciskach uzwojenia pierwotnego, jest miarą strat napięcia w transformatorze i nazywa się napięciem zwarcia; wartość napięcia zwarcia waha się w granicach od 2 do 10% napięcia znamionowego.

Transformator zwykły ma dla każdej fazy dwa uzwojenia odizolowane od siebie elektrycznie.

Uzwojeniem pierwotnym nazywamy uzwojenie pobierające energię elektryczną, a uzwojeniem wtórnym — uzwojenie oddające energię elektryczną.



Rys. III-6. Pomiar spadku napięcia transformatora
A — amperomierz, *R* — opornik regulowany, *V* — woltomierz

Uzwojeniem górnego napięcia nazywamy uzwojenie przyłączone do sieci napięcia wyższego. Uzwojeniem dolnego napięcia nazywamy uzwojenie przyłączone do sieci napięcia niższego.

Dla dokładniejszego dobrania napięcia dla sieci wtórnej transformatory mają zwykle tak zwane odczepy (zaczepy), tj. zaciski połączone z odgałęzieniami od kilku miejsc uzwojenia lub od całości. Zaczepami można zmieniać przekładnie zazwyczaj w granicach od 4 do 10% napięcia nominalnego strony wtórnej.

Moc pozorna transformatora P_z oddana lub pobrana przez transformator (idealny, tj. bez strat) stanowi iloczyn nominalnego napięcia i natężenia prądu.

Przy prądzie jednofazowym

$$P_z = U \cdot J \quad [\text{VA}] \text{ lub } [\text{kVA}]$$

i dla prądu trójfazowego

$$P_z = \sqrt{3} \cdot U \cdot J \quad [\text{VA}] \text{ lub } [\text{kVA}]$$

Moc czynna transformatora jest iloczynem napięcia i natężenia prądu oraz współczynnika mocy cos φ. Przy prądzie jednofazowym

$$P = U \cdot J \cdot \cos \varphi \quad [\text{W}] \text{ lub } [\text{kW}]$$

przy prądzie trójfazowym

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot J \cdot \cos \varphi \quad [W] \text{ lub } [kW]$$

Moc bierna transformatora jest iloczynem napięcia i natężenia prądu oraz współczynnika sin φ.

Przy prądzie jednofazowym

$$P_x \cdot U \cdot J \cdot \sin \varphi \quad [VAr] \text{ lub } [kVAr]$$

a dla prądu trójfazowego

$$P_x = \sqrt{3} \cdot U \cdot J \cdot \sin \varphi \quad [VAr] \text{ lub } [kVAr]$$

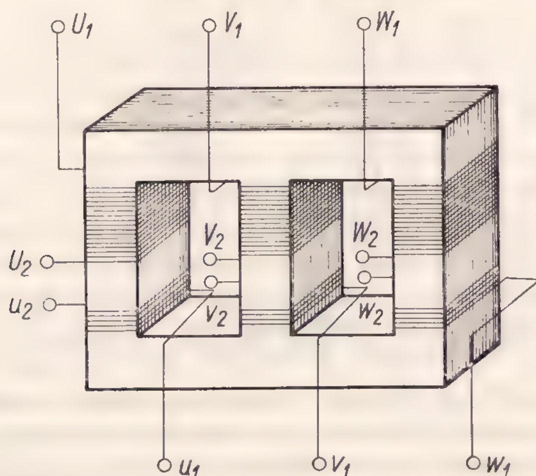
Moc znamionowa, napięcie znamionowe i natężenie prądu znamionowe stanowią wielkości, dla których jest zbudowany transformator i podane są one na tabliczce znamionowej.

Do zasilania urządzeń zrk używane są najczęściej transformatory następujących mocy: 1, 2, 3, 5, 7 i 10 kVA oraz transformatory trójfazowe: 5, 10, 20 i 30 kVA.

b. Transformator trójfazowy

Transformowanie prądu trójfazowego może się odbywać przez zastosowanie trzech jednakowych transformatorów jednofazowych albo jednego transformatora trójfazowego.

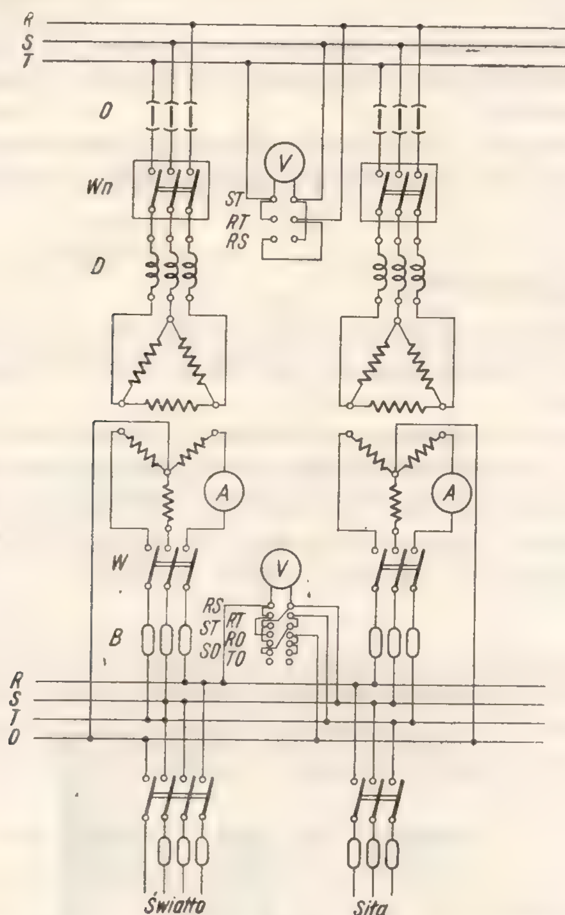
Wszystkie niemal transformatory trójfazowe są budowane w sposób przedstawiony szkicowo na rysunku III-7. Jest to transformator rdzeniowy, z trzema kolumnami faz w jednej płaszczyźnie. Na każdej kolumnie są nałożone co najmniej dwa uzwojenia, w których jedno oznaczone dużymi literami *U*, *V*, *W* jest uzwojeniem pierwotnym, a drugie — małymi literami *u*, *v*, w — uzwojeniem wtórnym.



Rys. III-7. Transformator trójfazowy z rdzeniem niesymetrycznym

Uzwojenia pierwotne transformatorów trójfazowych są łączone w określone układy (trójkąt lub gwiazda) z tym, że wszystkie cewki uzwojeń na rdzeniach są nawinięte jednakowo: prawo- lub lewoskrętnie. Wtórne uzwojenia łączy się w gwiazdę, w trójkąt lub w zygzak. Przy łączeniu w zygzak uzwojenie wtórne każdej kolumny dzieli się na dwie równe cewki.

Na rysunku III-8 jest pokazany sposób połączenia transformatora z szynami wysokiego i niskiego napięcia. Do szyn wysokiego napięcia transformator jest dołączony za pośrednictwem odłącznika *O*, wyłącznika nadmiarowego *Wn* i dławika ochronnego *D*; szyny niskiego napięcia dołączone są przez wyłącznik *W* i bezpiecznik *B*.



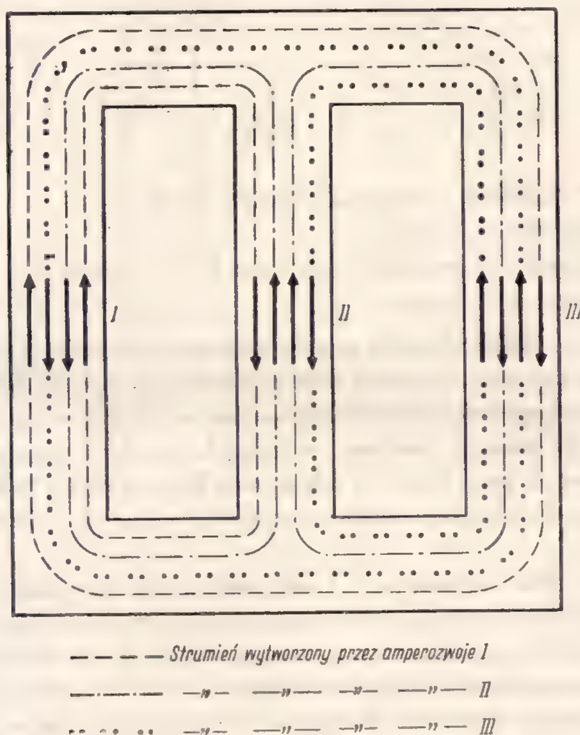
Rys. III-8. Połączenia równoległe pracujących transformatorów z szynami wysokiego i niskiego napięcia

O — odłącznik, *Wn* — wyłącznik nadmiarowy, *D* — dławik ochronny, *W* — wyłącznik, *B* — bezpiecznik, *R*, *S*, *T*, *O* — szyny, *V* — woltomierz, *A* — amperomierz

W transformatorze obniżającym trójfazowy układ symetryczny napięć pierwotnych jest najczęściej połączony w trójkąt, co powoduje powstanie również w jego rdzeniu magnetycznym układu symetrycznego strumieni magnetycznych. Suma wartości chwilowych trzech prądów fazowych w układzie trójfazo-

wym jest zawsze równa zeru, suma trzech strumieni magnetycznych wychodzących ze słupów do każdego z dwóch jarzm jest również równa zeru.

Strumień magnetyczny w każdym poszczególnym rdzeniu jest wytwarzany nie tylko amperozwojami odnośnej fazy, lecz jednoczesnym działaniem amperozwojów trzech faz. Na przykład w rdzeniu *I* działają dwa nierówne obwody magnetyczne (rys. III-9) *I, II, I* i *I, III, I* wytworzone amperozwojami uzwojenia *I* — — — —; *II, I, II* wytworzony połową amperozwojów uzwojenia *II* —.— .—; *III, I, III* wytworzony połową amperozwojów uzwojenia *III* . . . . . .



— — — — Strumień wytworzony przez amperozwoje I
—.—.— —"— —"— —"— —"— II
.. .. .. —"— —"— —"— —"— III

Rys. III-9. Układ strumieni magnetycznych w rdzeniach transformatora

W układzie trójfazowym transformacja prądu odbywa się w każdej fazie. Między napięciami i prądami fazowymi podczas obciążenia symetrycznego zachodzą te same zależności co w transformatorach jednofazowych. Zależności te zostają zakłócone jedynie podczas asymetrycznego obciążenia transformatorów trójfazowych o niektórych układach połączeń wewnętrznych między uzwojeniami poszczególnych faz.

Najczęściej stosowanymi sposobami połączeń uzwojeń transformatorów trójfazowych po obydwóch jego stronach są połączenia w gwiazdę lub trójkąt, oznaczane odpowiednimi znakami umownymi ⅄(Y) i △(D).

Najprostszym i najtańszym połączeniem jest połączenie w gwiazdę obu uzwojeń transformatora stosowane w transformatorach niedużej i średniej mocy (do 1800 kVA).

Połączenie w gwiazdę wymaga większej liczby zwojów na kolumnie transformatora, co powoduje mniejsze naprężenie izolacji.

Przy trójfazowej transformacji tylko stosunek napięć fazowych U_{f1} i U_{f2} jest zawsze równy w przybliżeniu stosunkowi liczb zwojów uzwojeń pierwotnego i wtórnego; co się zaś tyczy napięć przewodowych, to ich stosunek zależy również od sposobu połączeń uzwojeń transformatora (tabl. III-1).

Tablica III-I

Grupy połączeń transformatorów trójfazowych

Dla połączeń	Dd	Yy	Dy	Yd	Yz	Dz
Przekładnia	$\delta = \frac{Z_1}{Z_2}$	$\frac{Z_1}{Z_2}$	$\frac{Z_1}{Z_2\sqrt{3}}$	$\frac{Z_1\sqrt{3}}{Z_2}$	$\frac{Z_1 \cdot 2}{Z_2\sqrt{3}}$	$\frac{2Z_1}{3Z_2}$

Przepisy PN/E-06040 dopuszczają grupy połączeń:

D, d — połączenie w trójkąt,

Y, y — połączenie w gwiazdę (najprostszy i najtańszy),

z — połączenie w zygzak.

Duża litera w symbolu określa sposób połączenia uzwojenia górnego napięcia, mała — dolnego napięcia. Ostatnia liczba symbolu (w tablicy III-2) oznacza kąt przesunięcia fazowego między jednoimiennymi wskazami strony dolnego napięcia w stosunku do górnego mierzony w kierunku ruchu wskazówki zegara i wyrażony w godzinach, przy czym 1h odpowiada kątowi 30°. PN/E-81100 zalecają stosowanie tylko dwóch grup układów połączeń: o przesunięciu 0° i o przesunięciu 150° (5h).

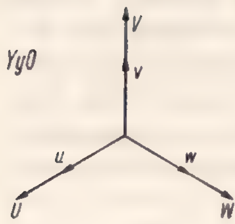
Układ Yy0, jako najprostszy i najtańszy, ma największe zastosowanie, jednakże może być stosowany tylko tam, gdzie przewód zerowy nie jest obciążony więcej niż 10% prądu znamionowego. Wobec czego taki układ połączeń nie nadaje się przeważnie do transformatorów, które miałyby zasilać sieć rozdzielczą z przewodem zerowym. Do tego celu nadaje się najlepiej układ połączeń Yz dla transformatorów mniejszych lub Dy dla transformatorów większych. Oba te układy są równoważne i ich przewody zerowe mogą być obciążone pełnym prądem znamionowym; pozwala to na wyrównanie nierównomiernego obciążenia.

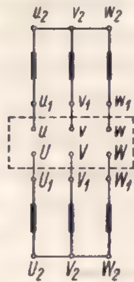
Rozmieszczenie zacisków w transformatorach trójfazowych powinno być w zasadzie wykonane według szkicu pokazanego na rysunku III-10. Dla zacisków transformatora przyjęto następujące oznaczenia w porządku kolejności faz: po stronie wyższego napięcia zaciski początków uzwojeń — U_1, V_1, W_1, zaciski końców — U_2, V_2, W_2, po stronie niższego napięcia odpowiednio u_1, v_1, w_1 oraz u_2 v_2 w_2.

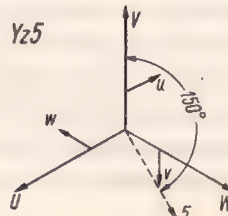
Tablica III-2 podaje grupy układów połączeń transformatorów trójfazowych.

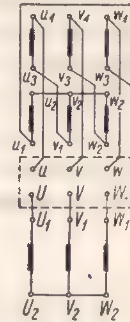
Do zasilania urządzeń zrk są stosowane zazwyczaj transformatory z chłodzeniem naturalnym — chłodzone przez promieniowanie i przewietrzanie naturalne, rzadziej ze sztucznym chłodzeniem powietrznym.

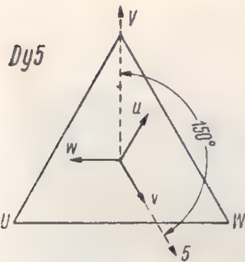
Układy połączeń transformatorów trójfazowych

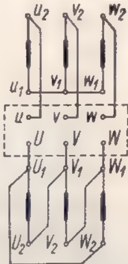


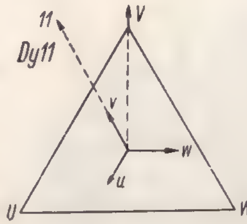


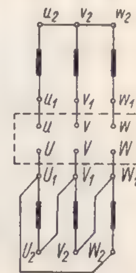


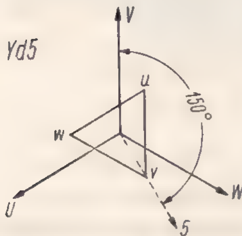


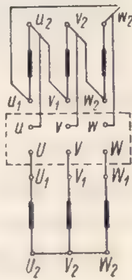


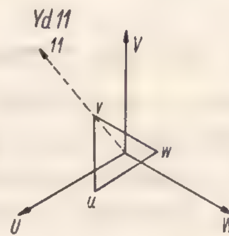


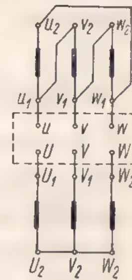


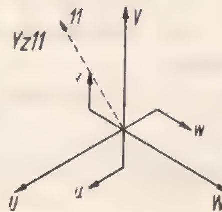


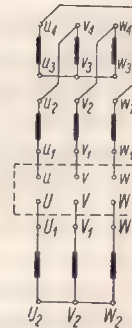




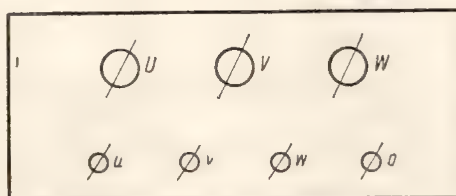








W urządzeniach automatyki liniowej zrk zasilanie obejmuje wiele kilometrów linii z odpowiednimi urządzeniami i stanowi jeden z zasadniczych elementów niezawodności ich działania. Urządzenia blokady samoczynnej kodowej są zasilane prądem zmiennym o napięciu 220 V. Natomiast do zasilania urządzeń blokady samoczynnej o zasilaniu ciągłym wymagana jest sieć trójfazowa. Wielkość napięcia zależna jest od długości szlaków i wielkości obciążenia; najczęściej jednak stosowane jest napięcie 380, 500 lub 6000 V o częstotliwości 50 Hz i transformowane na napięcie 380/220 V. Moc transformatorów jest tu przystosowana do zasilania urządzeń blokady samoczynnej, zdalnego sterowania, oświetlenia stacji i ogrzewania budynku mieszczącego przekaźniki.



Rys. III-10. Rozmieszczenie zacisków w transformatorach trójfazowych Dy lub Dz

Odbiory energetyczne dla potrzeb zrk są odbiorami kategorii I, czyli powinny mieć zapewnioną ciągłość dostawy energii elektrycznej i stabilności napięcia w granicach $\pm 10\%$.

c. Transformatory stosowane w urządzeniach zrk

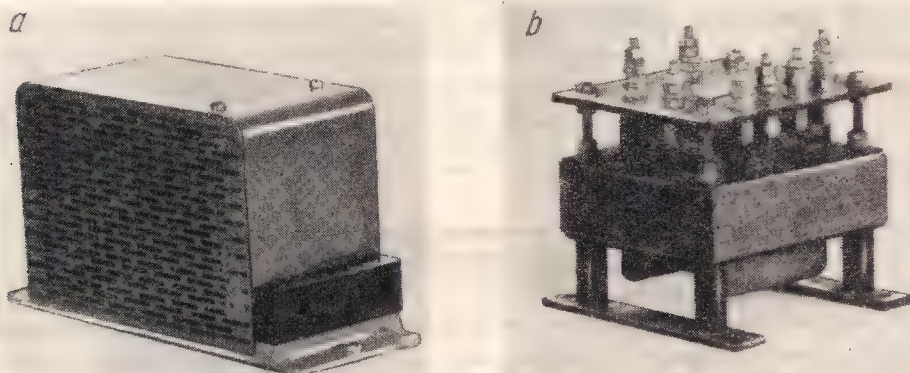
W urządzeniach zrk oprócz jedno- i trójfazowych transformatorów zasilających o mocy kilku kVA wyróżnia się następujące transformatory:
— transformatory oddzielające stosowane w obwodach świateł sygnałowych;
— transformatory sygnałowe do zasilania świateł sygnałowych semaforów i tarcz;
— transformatory do zasilania obwodów torowych;
— transformatory przekaźnikowe do zasilania uzwojenia kontrolnego przekaźnika torowego;
— transformatory do zasilania planów świetlnych (powtarzaczy i świateł kontrolnych);
— transformatory do zasilania obwodów napędów zwrotnicowych;
— transformatory do zasilania żarówek w latarniach zwrotnicowych i kozłach oporowych.

Wszystkie te typy transformatorów są zazwyczaj chłodzone powietrzem w sposób naturalny i są wykonane bądź z osłoną w skrzynkach ochronnych z blachy dziurkowanej, bądź też osłony (rys. III-11). Konstrukcja transformatorów umożliwia umieszczanie ich zarówno na ścianie, jak i na półce.

Moc transformatora jest dostosowana do warunków zasilania różnych obwodów. Dane znamionowe dotyczące mocy, napięcia, przekładni transformatora itp.,

są przystosowane do celu, któremu ma służyć dany transformator. Regulacja napięcia potrzebnego do zasilania obwodu jest zapewniona przez stosowanie zaczepów w obwodach pierwotnych i wtórnych transformatora, wyprowadzonych na zewnątrz i odpowiednio oznaczonych liczbami charakteryzującymi wielkości napięcia.

Stosowanie transformatorów na wolnym powietrzu wymaga ich zabezpieczenia przed wilgocią i zwarciem. Uzwojenia transformatora chroni się przed wilgocią przez nasycenie ich specjalną masą izolacyjną, odporną na działanie wilgoci, a przed zwarciem — za pomocą cylindrów wykonanych z preszpanu lub papieru bakelizowanego oraz przez sztywne umocowanie uzwojeń, aby nie przesuwały się pod wpływem sił dynamicznych.



Rys. III-11. Transformator do urządzeń zabezpieczenia ruchu kolejowego
a — w obudowie, *b* — bez obudowy

Przy wszelkich kontrolach urządzeń zrk należy za każdym razem sprawdzać stan transformatorów. Przede wszystkim należy pilnować, aby transformatory nie nagrzewały się nadmiernie. Transformator nagrzewający się powyżej 60°C ponad temperaturę otoczenia należy niezwłocznie wyłączyć dla uniknięcia poważniejszych uszkodzeń i w miarę możliwości wymienić na inny.

Przyczyną nadmiernego nagrzewania się transformatora może być długotrwałe jego przeciążenie, niedostateczny dopływ powietrza chłodzącego, warstwa kurzu, wilgoć, rozluźnienie sworzni ściskających blachy oraz zbyt wysokie napięcie prądu na zaciskach pierwotnego uzwojenia transformatora.

Transformatory używane do urządzeń zrk należy starannie odkurzać co pewien okres czasu.

Transformatory oddzielające

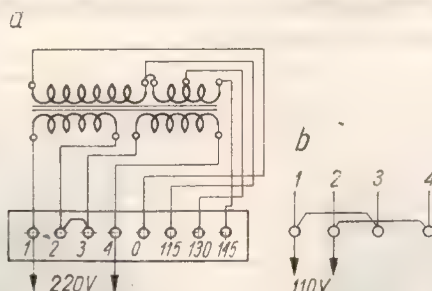
Transformatory tego typu stosowane w obwodach świateł sygnałowych służą do zabezpieczenia obwodów elektrycznych przed niepożądanymi wpływami, mogącymi zakłócać pracę tych obwodów.

Transformatory te zasilają prądem zmiennym obwody wszystkich sygnałów

świetlnych, pobierając energię elektryczną ze źródła prądu znajdującego się w nastawni.

Transformatory oddzielające zasilane są prądem o napięciu 110 lub 220 V; po stronie wtórnej mają one zaczepy na napięcie 115, 130 i 145 V. Moc transformatora REJ 1002 wynosi 45,5 VA, REJ 1005 — 109 VA lub REJ 1301 — 200 VA. Układ połączeń transformatora na napięcie pierwotne 220 lub 110 V jest pokazany na rysunku III-12.

W schematach połączeń starszego typu każdy obwód świateł semafora świetlnego zasadniczo jest zasilany przez oddzielny transformator.



Rys. III-12. Połączenia wewnętrzne transformatora oddzielającego
a — na napięcie 220 V, b — na napięcie 110 V

Oprócz zadań transformatorów oddzielających, omówionych na wstępie tego rozdziału, służą one jeszcze do regulowania napięcia dla każdego semafora z osobna. Jest to konieczne ze względu na ustawienie semaforów świetlnych w różnych odległościach od nastawni. W niektórych układach połączeń dla wyjazdowych semaforów świetlnych, ustawionych w pobliżu obsługującej je nastawni, stosuje się 1 transformator oddzielający, wspólny dla wszystkich komór świetlnych. Normalnie używa się 2 transformatory: jeden do świateł zielonych i pomarańczowych, a drugi — tylko do światła czerwonego i sygnału zastępczego.

Do świateł zielonych i pomarańczowych jest stosowany transformator typu REJ 1005, a do światła czerwonego — typu REJ 1002, z przekładnią 110-220/ /100, 110, 130 V, o mocy 45,5 VA. Transformator typu REJ 1002 cechuje duża odporność na zwarcie ze względu na jego znaczny strumień rozproszenia.

Oddzielny transformator zastosowany do zasilania żarówek komory czerwonego światła uniemożliwia ukazanie się fałszywego sygnału na semaforze; w razie zwarcia przewodów po stronie wtórnej transformatora lub uszkodzenia izolacji między przewodami obwodu sygnałowego, zasilającego żarówki światła czerwonego i zielonego, nie nastąpi przepalenie bezpieczników w obwodzie światła czerwonego, gdyż przy jednostronnym zwarciu nie następuje zamknięcie obwodu.

Obecnie obwody świateł zezwalających zasila się z ogólnego transformatora grupowego o napięciu 127 V, a obwód światła czerwonego — z transformatora oddzielającego o mocy 45,5 VA i napięciu 220/110 V.

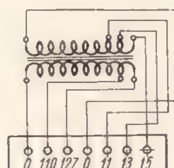
Jeżeli występują trudności w regulacji napięcia w razie przyłączenia semafo-

rów ustawionych w różnych odległościach od nastawni do 1 grupowego transformatora oddzielającego, stosuje się 2 lub 3 transformatory grupowe.

Transformatory sygnałowe

W każdej komorze świetlnej jest umieszczony jednofazowy transformator sygnałowy, obniżający napięcie potrzebne do zasilania żarówek sygnałów świetlnych, dzięki czemu można stosować żarówki o stosunkowo grubym włóknie żarowym, a więc i znacznej trwałości.

Transformator sygnałowy typu REJ 1001 ma na pierwotnym i wtórnym uzwojeniu zaczepy umożliwiające regulację napięcia na żarówce. Transformator sygnałowy ma napięcie pierwotne 110 lub 127 V, a wtórne 11+2+2 V; moc jego wynosi 45 VA. Schemat uzwojeń takiego transformatora jest pokazany na rysunku III-13. Transformator ten charakteryzuje mały prąd stanu jałowego, wynoszący zaledwie około 14 mA, dzięki czemu przekaźnik kontroli światła zielonego Kz nie przyciąga swej kotwicy wówczas, gdy nie świeci się światło zielone lub gdy wygaśnie jedno ze sprzężonych zielonych świateł.



Rys. III-13. Układ połączeń transformatora sygnałowego typu REJ 1001 o mocy 45VA

Do zasilania żarówek sygnału zastępczego w układach starszego typu używany jest transformator typu REJ 1401 o mocy 72 VA, którego napięcie pierwotne wynosi 95, 110 lub 220 V, a wtórne 12+12+12 V. Obecnie do zasilania żarówek sygnału zastępczego stosuje się transformator sygnałowy typu REJ 1001 o mocy 45 VA.

W obwodzie świateł semafora odstępowego samoczynnej blokady liniowej znajduje zastosowanie transformator typu REJ 1251/1 o przekładni 220/2+2+ +2+11+1 o mocy 200 VA.

Transformatory do zasilania obwodów torowych

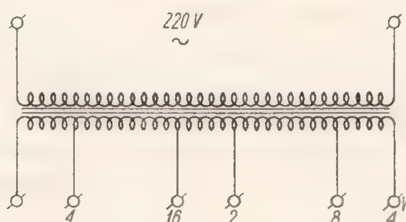
Obwody torowe na prąd zmienny są zasilane z torowych transformatorów zasilających, które mieszczą się zwykle w szafach torowych. Transformatory jednofazowe mają napięcie pierwotne 220 V, moc zaś i napięcie wtórne — zależne od długości zasilanego odcinka izolowanego.

Zasilania odcinków izolowanych długości do około 1000 m dokonuje się za pomocą transformatorów zasilających typu REJ 1009 o mocy 68 VA przy napięciu pierwotnym 220 V i wtórnym 4+16+2+8+4 V (rys. III-14). Takie rozmieszczenie zaczepów po stronie wtórnej umożliwia regulowanie co 2 V napięcia wtórnego w granicach od 8 do 22 V, a co 4 V — w granicach od 22 do 34 V.

Zasilanie odcinków izolowanych długości 1000 m dokonuje się za pomocą transformatora typu REJ 1012 o mocy 102 VA i przekładni 220/6+24+ 3+12+

+6 V. Układ połączeń tego transformatora podobny jest do układu transformatora typu REJ 1009/1. Dzięki wyprowadzonym odczepom można regulować w dużych granicach wielkość napięcia zasilającego w zależności od długości odcinka izolowanego i odległości umieszczenia transformatora od odcinka izolowanego.

Transformator typu REJ 1252/1 o mocy 200 VA i przekładni 220/60+20÷÷80+40+40 V służy do zasilania izolowanych odcinków torowych, zasilanych impulsami kodowymi przez urządzenie stanowiące zestaw dławik-transformator. Wielkość napięcia wtórnego jest przystosowana do warunków elektrycznych poszczególnych odcinków izolowanych.



Rys. III-14. Układ połączeń transformatora torowego typu REJ 1009 o mocy 68 VA

Krótkie odcinki izolowane (od 30 do 40 m) są zasilane z transformatorów torowych typu REJ 1101 o mocy 40 VA przy napięciu pierwotnym 220 V i wtórnym napięciu 6+2+8+4+4 V.

Transformatory przekaźnikowe

Jeżeli zachodzi potrzeba stosowania przekaźników torowych na napięcie uzwojenia kontrolnego (np. 10 V), to używa się transformatorów przekaźnikowych włączanych w punkcie odbioru do odcinka izolowanego w celu podwyższenia napięcia. Transformatory te instaluje się najczęściej w szafach torowych, umieszczanych możliwie blisko odcinka izolowanego, albo w specjalnych ochronnych skrzynkach staliwnych ustawianych przy torze.

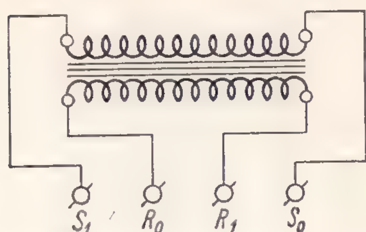
Transformator przekaźnikowy typu REJ 1501 jest zbudowany na napięcie pierwotne 2 V i wtórne 8 V (rys. III-15). Moc jego wynosi 1,2 VA. Transformatory te są wykonane jako wodoszczelne, zalane wewnątrz masą kablową. Znajdują one zastosowanie w samoczynnej blokadzie liniowej w zasilaniem ciągłym, zarówno do zasilania krótkiego jak i długiego odcinka. Transformator typu REJ 1501 po stronie odbioru jest transformatorem podwyższającym napięcie o przekładni 2/8 V.

Do zacisków S_1 i S_0 przyłącza się wyższe napięcie, a do zacisków R_0 i R_1 — niższe (2 V).

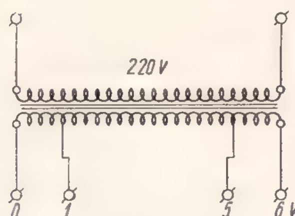
Transformatory do zasilania powtarzaczy świateł kontrolnych

Do zasilania powtarzaczy i świateł kontrolnych na planach świetlnych służą transformatory zasilające typów REJ 1201 i 1202, wykonane na napięcie pier-

wotne 220 V i wtórne 1+4+1 V, o mocy znamionowej 100 lub 200 VA (rys. III-16). Budowa tych transformatorów jest taka sama, jak transformatorów sygnałowych.



Rys. III-15. Układ połączeń transformatora typu REJ 1501 do zasilania przekaźników torowych



Rys. III-16. Układ połączeń transformatora typu REJ 1201 lub 1202 do zasilania planów świetlnych

Transformatory do zasilania obwodów napędów zwrotnicowych

Transformator zasilający uzwojenie kontrolne jest stosowany w celu galwanicznego odizolowania zasilania tego uzwojenia od obwodów zasilania uzwojenia lokalnego. W obwodzie kontrolnym zwrotnicy do zasilania uzwojenia torowego przekaźnika typu JRY służy transformator typu REJ 1002 o mocy 45,5 VA. Natężenie prądu dla uzwojenia kontrolnego przy nominalnym napięciu wynosi około 110 mA.

Transformatory do zasilania żarówek w latarniach zwrotnicowych i kozłów oporowych

Do zasilania żarówek latarń zwrotnicowych i kozłów oporowych używa się transformatora typu REJ 1203 o mocy 100 VA lub typu REJ 1204 o mocy 200 VA. Napięcie pierwotne obu transformatorów wynosi 220 V, a wtórne 18+4+33+5+5 V.

Tablica III-3 podaje zestawienie omówionych typów transformatorów oraz i ch niektóre dane charakterystyczne.

2. Prostowniki stosowane w urządzeniach zrk

Prostowniki są to urządzenia służące do przetwarzania prądu zmiennego na prąd stały (tętniący); są one zaworami elektrycznymi, które przepuszczają prąd tylko w jednym kierunku.

Prąd elektryczny przepuszczany w kierunku przeciwnym napotyka na bardzo dużą oporność.

Najważniejsze rodzaje prostowników są następujące:
- stykowe,
- elektrolityczne,
- jarzące,
- mechaniczne.

Tablica III-3

Dane charakterystyczne transformatorów typu REJ

Oznaczenie wytwórni REJ	Moc znamionowa	Uzwojenie pierwotne	Uzwojenie wtórne		Prąd stanu jałowego	Ciężar	Zastosowanie
		Napięcie znamionowe	Napięcie znamionowe	Prąd znamionowy przy $\cos \varphi = 1$			
Jedn.	[VA]	[V]	[V]	[A]	[A]	[kg]	—
1001	45	110/127	11, 13, 15	3	0,014	5,4	Sygnałowy
1002	45,5	110/220	100, 110, 130	0,35	0,09	4,8	Oddzielający w obwodach zwrotnicowych i sygnałowych
1005	109	110/220	115, 130, 145	0,75	1,2/0,6	6,9	Oddzielający w obwodach świateł sygnałowych
1009	68	220	4+16+2+8+4	2	0,15	5,4	Zasilający odcinki izolowane
1011	45	110/220	11, 13, 15	3	0,007	5,4	Sygnałowy
1101	40	220	6+2+8+4+4	5	0,1	5	Zasilający odcinki izolowane
1102	40	220	3+1+4+2+2	10	0,1	5	
1201	100	220	1+4+1	40	0,095	7,8	Zasilający do powtarzaczy świateł kontrolnych
1202	200	220	1+4+1	40	0,095	9,4	
1203	100	220	18+4+33+5+5	3,64	0,095	7,8	Zasilający do żarówek latarni zwrotnicowych i kozłów oporowych
1204	200	220	18+4+33+5+5	3,64	0,095	9,4	
1301	200	220	115, 130, 145	1,54	0,5	14	Oddzielający grupowy w obwodach świateł sygnałowych
1501	1,2	2	8	0,15	0,1	5	Zasilający uzwojenie kontrolne przekaźnika kontroli odcinków izolowanych
1012/1	102	220	6+24+3+12+6	3	0,12	5,4	Zasilający
1251/1	200	220	2+2+2+11+1				
1252/1	200	220	60+20+80+40+40	3	0,1	9,5	

Do zasilania urządzeń zrk na prąd stały oraz do ładowania baterii akumulatorów używane są najczęściej prostowniki stykowe.

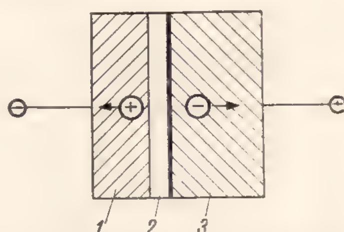
a. Prostowniki stykowe miedziowe i selenowe

Prostowniki stykowe dzielą się na miedziowe i selenowe. Znajdują one duże zastosowanie ze względu na swoje zalety, do których należą:
— niezawodność działania;
— znaczna sprawność (od 40 do 80%);
— cicha praca;
— niewydzielanie gazów;
— duża trwałość;
— zbędność obsługi;
— stosunkowo niska cena (przy prostownikach małej mocy);
— niewrażliwość na wstrząsy mechaniczne.

Jedną z głównych wad prostowników jest wrażliwość na wzrost temperatury. Jedynie koszt prostowników stykowych o mocy ponad 10 kW jest bardzo wysoki w porównaniu z kosztem np. prostowników rtęciowych tej samej mocy.

Właściwości fizyczne prostowników stykowych

Prostownik stykowy składa się z metalu, warstwy zaporowej (powłoki izolacyjnej) i półprzewodnika (rys. III-17). Taki prostownik wykazuje następujące właściwości: prąd elektryczny nie napotyka na większą oporność przy przejściu przez warstwę półprzewodnik-metal, natomiast przy przepuszczaniu prądu w kierunku przeciwnym (metal-półprzewodnik) oporność ta jest od kilku do kilkuset razy większa od oporności właściwego kierunku.



Rys. III-17. Element prostowniczy
1 — półprzewodnik, 2 — warstwa zaporowa, 3 — metal

To zjawisko jednokierunkowej (unipolarnej) przewodności można wytłumaczyć w sposób następujący. W metalu istnieje ogromna liczba swobodnych elektronów, gdy tymczasem w półprzewodniku jest ich niewiele. Jeżeli do metalu przyłożymy potencjał ujemny, a do półprzewodnika — dodatni, to na warstwie zaporowej nastąpi pewien spadek napięcia, pod którego działaniem elektrony wypływające z metalu i niosące ujemne ładunki elektryczne zaczną przechodzić do półprzewodnika. Popłynie więc prąd, którego natężenie będzie określać liczba elektronów przepływających przez warstwę zaporową w jednostce czasu.

Przy zmianie biegunowości przyłożonych potencjałów (rys. III-17), w półprzewodniku będzie niewiele swobodnych elektronów; poruszają się one z mniejszą szybkością, wskutek czego w jednostce czasu mniejsza liczba elektronów będzie przechodziła z półprzewodnika do metalu.

Teoretycznie prostownik stykowy może być wykonany z dowolnego metalu, warstwy zaporowej i półprzewodnika, jednak odpowiedni dobór tych elementów decyduje o jakości działania i sprawności prostownika. Warstwa zaporowa jest bardzo cienka i nie przekracza zwykle 10^{-4} mm.

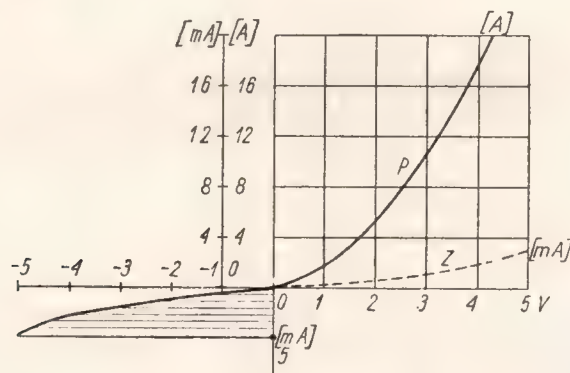
Aby polepszyć warunki pracy przez poprawę warunków chłodzenia prostownika, między jego płytki wstawia się mosiężne blaszki, których powierzchnie są znacznie większe od powierzchni płytek.

Prostowniki miedziowe

Prostownik miedziowy składa się z elementów prostowniczych wykonanych w postaci miedzianych płytek pokrytych warstwą tlenku miedziawego grubości 10^{-4} mm. Warstwa ta, zależnie od kierunku prądu, ma pośrednie właściwości między dobrym przewodnikiem elektryczności a izolatorem — jest więc półprzewodnikiem.

Między płytką miedzianą a tym półprzewodnikiem znajduje się warstwa zaporowa grubości 10^{-4} mm. Skład chemiczny tej warstwy stanowią połączenia miedzi ubogie w tlen. Element prostowniczy składa się więc z następujących warstw: miedzi, cienkiej warstwy zaporowej (izolacja), półprzewodnika i warstwy ołowiu służącego do utworzenia styku z warstwą półprzewodnika.

Prostownik miedziowy ma jednokierunkową przewodność od tlenku miedzi do miedzi, czyli w kierunku przepustowym oporność prostownika jest mała. W przeciwnym zaś kierunku, czyli w kierunku zaporowym, oporność prostownika jest bardzo duża.



Rys. III-18. Charakterystyka prostownika miedziowego
P — krzywa przepustowego kierunku prądu, *Z* — krzywa kierunku zaporowego

Właściwa charakterystyka prostownika miedziowego podana jest na rysunku III-18; wynika z niej, że przy tym samym napięciu natężenie prądu płynącego w kierunku przepustowym jest znacznie większe niż natężenie prądu płynącego

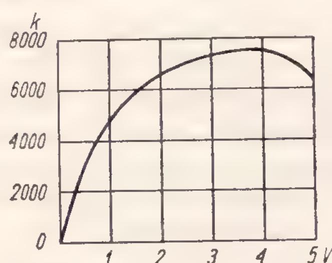
w kierunku zaporowym. Na przykład przy napięciu 4 V, gdy natężenie prądu dla kierunku przepustowego wynosi około 18 A (krzywa *P*), dla kierunku zaporowego natężenie to wynosi tylko około 2 mA, czyli 0,002 A (krzywa *Z*).

Stosunek natężenia prądu płynącego w kierunku przepustowym do natężenia prądu płynącego w kierunku zaporowym nazywamy **współczynnikiem prostowania** *k* i wyrażamy go wzorem:

$$k = \frac{J_p}{J_z}.$$

Doświadczalnie stwierdzono, że współczynnik prostowania osiąga największą wartość wówczas, gdy na jeden element prostowniczy przypada napięcie około 4 V. Dla uzyskania wyższych napięć prostowanych należy łączyć poszczególne elementy szeregowo w taki sposób, aby na każdy element przypadło napięcie od 4 do 5 V. Współczynnik prostowania *k* przy tym napięciu jest najwyższy i wynosi od 7800 do 8000.

Na rysunku III-19 jest podany wykres zależności współczynnika prostowania od wielkości napięcia na zaciskach prostownika. Przyjmowane przez niektórych konstruktorów napięcie na jeden element prostowniczy od 8 do 9 V pociąga za sobą wprawdzie zmniejszenie liczby elementów prostowniczych i — co za tym idzie — wymiarów prostownika, lecz obniża współczynnik prostowania, nawet do wartości $k = 100$. Współczynnik sprawności w tym przypadku nieznacznie obniża się, lecz następuje szybsze zużycie się prostownika. Wartość sprawności rośnie przy wzroście napięcia wyprostowanego. **Współczynnikiem sprawności** η nazywamy stosunek mocy prądu wyprostowanego (stałego) do mocy prądu zmiennego doprowadzonego do prostownika.



Rys. III-19. Wykres zależności współczynnika prostowania *k* od wielkości napięcia

Za normalną temperaturę pracy prostownika miedziowego przyjęto uważać temperaturę od 60 do 65°C; przegrzanie ponad 65°C jest szkodliwe. Dopuszczalna gęstość prądu dla prostowniczych płytek miedziowych z małymi przekładkami chłodzącymi lub też bez nich wynosi od 25 do 50 mA/cm². Przy sztucznym chłodzeniu za pomocą przekładek mosiężnych o większych powierzchniach dopuszczalna gęstość prądu dochodzi do 150 mA/cm², przy chłodzeniu zaś olejem wzrasta jeszcze bardziej.

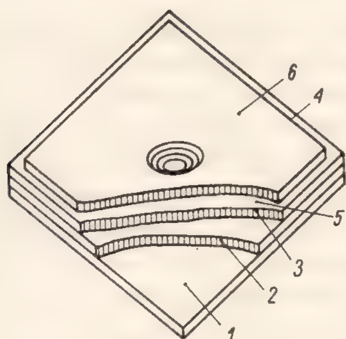
Po dłuższym okresie czasu pracy prostownik ulega starzeniu. Proces ten polega na pogorszeniu się współczynnika prostowania oraz na wzroście oporności wewnętrznej. Decydującym czynnikiem w procesie starzenia prostownika jest temperatura, w której prostownik pracuje: w temperaturze wyższej proces sta-

rzenia odbywa się szybciej. Jeżeli prostownik pracuje w warunkach sprzyjających, to po około 20 000 godzin pracy wartość prądu oddawanego przez prostownik zmniejsza się zaledwie o 20%.

Napięcie zaporowe, czyli napięcie wsteczne lub zwrotne, które prostownik wytrzymuje bez żadnej szkody, wynosi od 15 do 18 V na jeden element prostowniczy; zależy ono od warunków pracy prostownika, tj. temperatury i właściwości konstrukcyjnych.

Prostowniki selenowe

Prostowniki selenowe zostały wynalezione znacznie później niż miedziowe. Jeden element prostownika selenowego (anoda) jest wykonany z aluminiowej lub stalowej płytki nośnej *1*, pokrytej z jednej strony warstwą pośredniczącą *2*, na którą jest nałożona warstwa selenu *3* grubości od 0,03 do 0,1 mm (rys. III-20).



Rys. III-20. Prostownik selenowy
1 — płytka nośna (anoda), *2* — warstwa pośrednicząca, *3* — warstwa selenu, *4* — strefa brzegowa, *5* — warstwa zaporowa (styk *3* i *6*), *6* — warstwa katodowa (miękki metal)

Drugą elektrodę elementu prostowniczego (katodę) stanowi cienka warstwa stopu topliwego *6* (np. 53% bizmutu, 26% cyny, 21% kadmu), którą natryskuje się na warstwę selenu. Temperatura topnienia tego stopu powinna wynosić co najmniej 80°C, tak aby nie topił się on podczas pracy prostownika w czasie przegrzania, gdy dopuszczalna temperatura wynosi 75°. Warstwa zaporowa *5* tworzy się między warstwą selenu a warstwą katodową stopu łatwo topliwego. Kierunkiem przewodzenia jest kierunek stal-selen-stop łatwo topliwy.

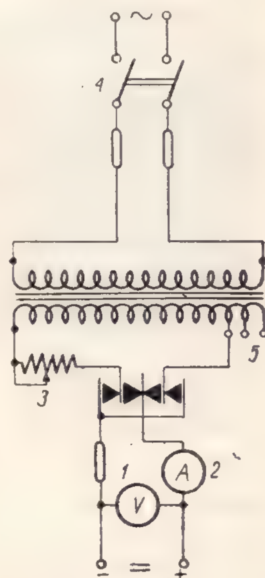
W razie niewłaściwego włączenia prostownika selenowego lub po dłuższej przerwie w pracy zanikają prostujące właściwości warstwy zaporowej; po włączeniu w takim przypadku prostownika do urządzeń bądź baterii akumulatorów może on przepuścić niebezpiecznie duży prąd i spowodować przebicie elementów prostowniczych. Elementy selenowe w kierunku przepustowym wytrzymują napięcie od 14 do 18 V, a w kierunku zaporowym — dwukrotnie większe niż miedziowe. Wskutek tego stosy złożone z elementów selenowych na prąd o tym samym natężeniu i napięciu są znacznie mniejsze od stosów zbudowanych z elementów miedziowych.

Prostowniki selenowe przeznaczone do ładowania baterii służących do zasilania urządzeń zrk, wykonywane przez wytwórnie krajowe, mają oznaczenie B, BM, BMZ, BMP, Ttm itp. Niektóre układy prostownikowe mają opornik regu-

lacyjny bez mierników, natomiast inne mają opornik regulacyjny i mierniki. Oba typy prostowników są wyposażone ponadto w: transformator, zaciski, wyłącznik i bezpieczniki sieciowe po stronie prądu zmiennego, a po stronie prądu stałego w: elementy prostownicze, opornik regulacyjny lub przełącznik stopniowy oraz bezpiecznik i zaciski.

Prostowniki obu typów są zmontowane w metalowych skrzynkach ochronnych z otworami wentylacyjnymi. Dla prostowników o małych wymiarach skrzynki ochronne są przystosowane do zawieszania na ścianie, dla większych — do ustawiania. Każda skrzynka powinna mieć zacisk uziemiający lub zerujący.

Transformator zespołu prostownikowego jest przystosowany do zasilania z sieci prądem zmiennym 220 V o częstotliwości 50 Hz. Wszystkie prostowniki są wyposażone w wyłącznik sieciowy 4, przy czym w prostownikach przeznaczonych do pracy buforowej z baterią akumulatorów wyłącznik powinien przerywać obwód prądu zmiennego (rys. III-21). Mniejsze prostowniki mogą być wyposażone w sznury przyłączowe z wtyczkami.



Rys. III-21. Układ prostownika przystosowanego do ładowania baterii akumulatorów

1 — woltomierz, *2* — amperomierz, *3* — opornik regulacyjny, *4* — wyłącznik sieciowy, *5* — zaczepy

Wmontowane do prostownika przyrządy pomiarowe wskazują tylko stan ładowania baterii.

Natężenie prądu reguluje się za pomocą opornika regulacyjnego *3* lub — w większych prostownikach — za pomocą przełącznika stopniowego i zaczepów *5* znajdujących się po stronie wtórnej transformatora.

Przeciążenie prostownika o około 20% ponad wartość znamionową, zaznaczoną na tabliczce, na okres do 10 minut nie jest szkodliwe, natomiast długotrwałe jest niedopuszczalne, gdyż powoduje ono zniszczenie warstwy zaporowej na płytkach selenowych. Dlatego wielkość prądu pobieranego z prostownika powinna być kontrolowana.

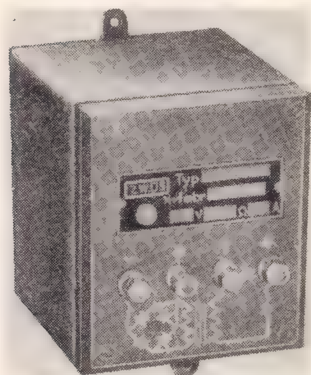
Prostowniki selenowe mogą być stosowane w zamkniętych pomieszczeniach o normalnej wilgotności i temperaturze otoczenia do 35°C. W tych warunkach, przy znamionowym obciążeniu prostownika, można dopuścić wzrost temperatury zespołu prostowniczego do 40°C; mierzy się go na płytkach selenowych termometrem rtęciowym. Przegrzanie ponad 75°C grozi stopieniem się łatwo topliwego stopu elektrod.

Należy przestrzegać, aby otwory wentylacyjne skrzynki ochronnej nie były zakryte, gdyż mogłoby to spowodować zniszczenie prostownika wskutek przegrzania. Dla zapewnienia swobodnego przepływu powietrza prostownik należy ustawiać tylko w pozycji pionowej.

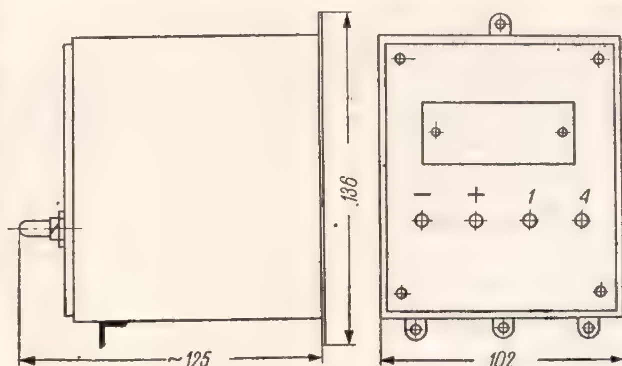
Prostowniki selenowe są szczególnie przydatne do ładowania baterii akumulatorów.

Napięcie znamionowe prostownika określa się według znamionowego napięcia baterii, dla której jest przeznaczony. Dla akumulatorów ołowiowych napięcie znamionowe baterii otrzymuje się mnożąc liczbę ogniw przez 2 V, a dla akumulatorów żelazo-niklowych — przez 1,2 V.

W części nastawczej obwodu zwrotnicowego do zasilania środkowej cewki przekaźnika nastawczego typu JRR 10103 prądem stałym jest stosowany prostownik typu MA 0032 (rys. III-22), produkowany przez ZWUS. Układ prostow-



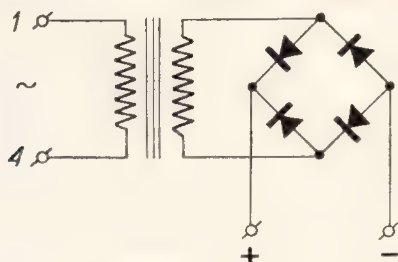
Rys. III-22. Widok prostownika typu MA do obwodów nastawczych zwrotnicy



Rys. III-23. Prostownik typu MA 0032 do obwodu nastawczego zwrotnicy

nikowy składa się z transformatora i prostownika selenowego lub germanowego w układzie Graetza. Transformator tego prostownika jest wbudowany szeregowo z silnikiem napędu zwrotnicowego. Cały prostownik znajduje się w osłonie blaszanej, podobnej do osłony stosowanej w przekaźniku typu JRG.

Przednia płyta prostownika (rys. III-23) ma 4 zaciski wyjściowe, do których są dołączone 2 przewody obwodu prądu zmiennego i 2 przewody obwodu prądu



Rys. III-24. Układ pracy prostownika MA 0032

stałego. Schemat połączeń prostownika typu MA jest przedstawiony na rysunku III-24.

Nominalne napięcie po stronie prądu stałego wynosi 24 V przy pobieraniu po stronie uzwojenia pierwotnego prądu o natężeniu 5,5 A. Nominalne natężenie prądu stałego (wyprostowanego) wynosi 0,5 A.

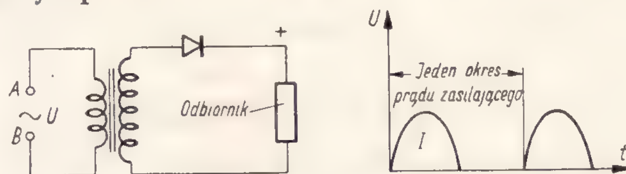
Prostownik typu MA 0032 może pracować przy wilgotności powietrza do 80% w temperaturze od —10°C do +35°C.

Wymiary prostownika: wysokość 136 mm, długość 125 mm i szerokość 102 mm, jego zaś ciężar — 1,2 kG.

Układy połączeń prostowników jednofazowych

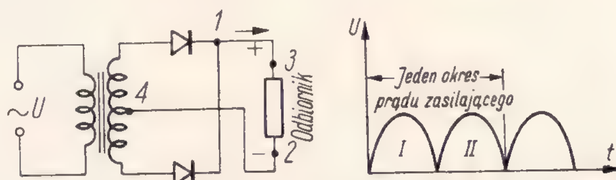
Na rysunku III-25 jest pokazany schemat układu pracy prostownika jednofazowego (jednopołówkowego) oraz wykres jego prądu. W układzie tym wykorzystuje się tylko jedną połówkę fali prądu zmiennego, drugą zaś połówkę traci się.

Aby wykorzystać obie połówki, stosuje się inne układy, np. symetryczny układ mostkowy itp.



Rys. III-25. Układ pracy prostownika jednofazowego

Dwupołówkowy układ symetryczny (rys. III-26) składa się z 2 prostowników połączonych w punkcie *1*. Prąd tętniący jest odbierany na zaciskach *2* i *3*, przyłączonych do środka wtórnego uzwojenia transformatora *4* i punktu *1*. Wykorzystuje się wówczas obydwie połówki prądu zmiennego, w wyniku czego otrzymujemy prąd tętniący, nadający się np. do ładowania akumulatorów. Wadą tego

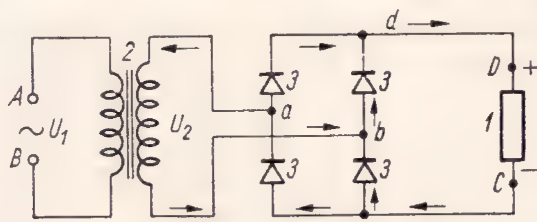


Rys. III-26. Dwupołówkowy, symetryczny układ pracy prostownika

1 — wspólny zacisk bieguna plusowego, *2* i *3* — zaciski odbiornika, *4* — zacisk środka wtórnego uzwojenia transformatora

układu jest konieczność przetwarzania przez transformator napięcia dwukrotnie wyższego od napięcia prądu stałego odbieranego w punktach *2* i *3*.

Jednofazowy układ mostkowy jest pokazany na rysunku III-27. Układ ten składa się z 4 prostowników połączonych w czworobok. Do punktów *A* i *B* dołą-



Rys. III-27. Jednofazowy układ mostkowy (układ Graetza)

1 — odbiornik, *2* — transformator, *3* — prostownik

cza się bezpośrednio źródło prądu zmiennego lub — jak w tym przypadku — transformator, z punktów zaś C i D odbiera się prąd wyprostowany, którego napięcie jest równe napięciu na wtórnych zaciskach transformatora. Wykres prądu wyprostowanego, otrzymywanego w układzie mostkowym prostownika odpowiada wykresowi prądu podanemu na rysunku III-26.

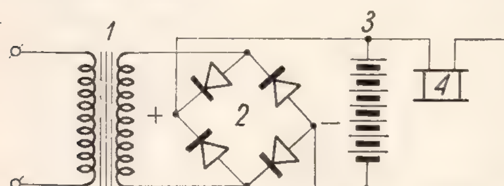
Układ mostkowy — w porównaniu z dwupołówkowym układem symetrycznym — wymaga dwa razy więcej elementów prostowniczych o napięciu zwrotnym dwukrotnie mniejszym; ponadto układ ten dostarcza prądu o większej mocy niż układ dwupołówkowy.

Jednopołówkowy układ połączeń stosuje się w urządzeniach, w których występuje zapotrzebowanie tylko na małe prądy, gdyż prąd jednopołówkowy — płynąc przez wtórne uzwojenie transformatora ciągle w tym samym kierunku — powoduje szybkie nasycenie rdzenia.

Buforowa praca prostownika stykowego z baterią akumulatorów

Praca buforowa prostownika z baterią akumulatorów (rys. III-28) polega na równoległym połączeniu, w którym prostownik pokrywa część zapotrzebowania na prąd i doładowuje baterię.

Jeżeli w pewnych warunkach jest potrzebny prąd o małym natężeniu, to jest on pobierany bezpośrednio z prostownika, akumulator zaś odgrywa wtedy rolę bufora wygładzającego krzywą natężenia prądu pulsującego, stanowiąc rezerwo-



Rys. III-28. Układ buforowej pracy prostownika z baterią akumulatorów

1 — transformator,
2 — prostownik,
3 — bateria,
4 — odbiornik

we źródło zasilania. Gdy zapotrzebowanie na prąd zwiększa się, wówczas do pracy włącza się także bateria akumulatorów, uzupełniając zapotrzebowanie w okresie szczytu obciążenia. W razie zmniejszenia się obciążenia baterię doładowuje prostownik.

Układ pracy buforowej baterii akumulatorowej i prostownika, stosowany w elektrycznych urządzeniach zrk, ma charakter nie przerywanego doładowywania baterii akumulatorów. Podział obciążenia między baterią a prostownikiem przedstawia rysunek III-29.

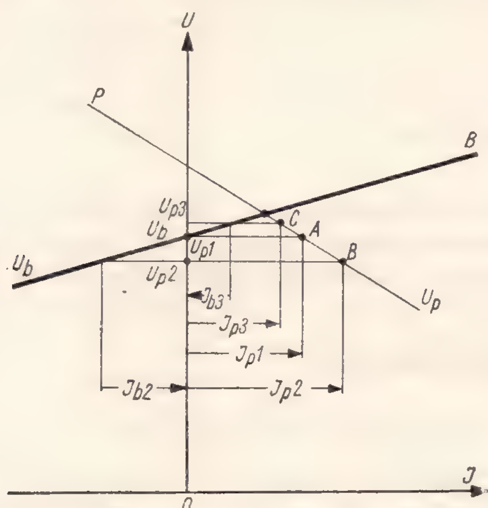
Jeżeli napięcie na zaciskach prostownika U_{p1} (punkt A) jest równe napięciu baterii U_b, to bateria nie ładuje się i nie wyładowuje. Prostownik zasila odbiór prądem J_{p1}.

Gdyby jednak napięcie baterii U_b okazało się wyższe od napięcia prostownika U_{p2} (punkt B), wówczas bateria i prostownik wspólnie zasilają odbiór; prostownik prądem J_{p2}, a bateria — prądem J_{b2}.

Jeśli napięcie baterii U_b jest niższe od napięcia prostownika U_{p3} (punkt C), to prostownik doładowuje baterię, aż do osiągnięcia napięcia równego napięciu

prostownika. Prostownik prądem J_{p3} zasila odbiór i baterię, która pobiera prąd J_{b3}, zatem odbiór zasilany jest prądem $J_{p3}-J_{b3}$. W tym układzie obciążenie powinien zasadniczo pokrywać prostownik.

Doświadczalnie stwierdzono, że naładowany akumulator kwasowy może w tym stanie pozostawać przez dłuższy czas, gdy stale jest zasilany prądem o napięciu od 2,1 do 2,2 V, a akumulator żelazo-niklowy — w granicach od 1,4 do



Rys. III-29. Rozdział obciążenia między baterią akumulatorów i prostownikiem podczas pracy buforowej

Charakterystyki zewnętrzne: *B* — baterii, *P* — prostownika

1,45 V na jedno ogniwo. Przy zasilaniu prądem o napięciu niższym od 2,1 bądź 1,4 V następuje wyładowanie akumulatora, przy zasilaniu zaś prądem o napięciu wyższym niż 2,2 lub 1,45 V następuje przeciążenie akumulatora, wskutek czego skraca się czas jego pracy i zmniejsza wytrzymałość mechaniczna.

W ten sposób, oprócz samoczynnego ładowania i pełnego wygładzania krzywej prądu obciążenia, takie włączanie i doładowywanie umożliwia wykorzystywanie przez dłuższy czas akumulatorów o małej pojemności.

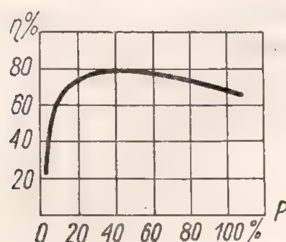
Dane techniczne prostowników stykowych

Prostowniki stykowe montuje się zwykle na wspólnej podstawie z transformatorem, umożliwiającym regulowanie napięcia doprowadzonego prądu zmiennego, a zatem pozwalającym regulować napięcie wyprostowanego prądu.

W s p ó ł c z y n n i k   s p r a w n o ś c i η prostownika stanowi stosunek mocy wyprostowanego prądu stałego do mocy prądu zmiennego doprowadzonego do prostownika.

$$\eta = \frac{P_{st}}{P_{zm}}.$$

Współczynnik sprawności prostownika miedziowego zależy od stopnia jego obciążenia (rys. III-30). Przy 10% obciążeniu i mniejszym współczynnik prostowania gwałtownie wzrasta, przy obciążeniu od 50 do 60% osiąga maksimum,



Rys. III-30. Współczynnik sprawności prostownika miedziowego

a przy dalszym zwiększaniu obciążenia stopniowo maleje. Dla dobrego prostownika przy połowicznym obciążeniu współczynnik η wynosi od 70 do 80%. Prostowniki średniej jakości mają współczynnik η w granicach od 40 do 50%.

b. Prostowniki stykowe germanowe

Zasada budowy i działania prostowników germanowych

Badania najróżnorodniejszych układów styków doprowadziły do uzyskania — oprócz stykowych prostowników selenowych i miedziowych — nowego typu prostownika stykowego, mianowicie prostownika g e r m a n o w e g o.

Prostowniki germanowe należą do grupy prostowników półprzewodnikowych, które skutecznie wypierają inne odmiany prostowników. Do tych prostowników należą również prostowniki krzemowe.

German używany do wyrobu prostowników ma postać kryształów o srebrnym połysku metalicznym: pod względem elektrycznym w czystym stanie jest izolatorem i nie przewodzi prądu.

Aby spowodować przewodzenie kryształu germanu wystarczy wprowadzić do niego odpowiednie domieszki, np. arsen, antymon lub ind, bor itp. Domieszki te są niezbędne do nadania germanowi właściwości przewodnika, przy czym domieszki dostarczające wolnych elektronów (arsen, antymon itp.) nazwano d o n o r a m i i oznaczono literą *n* (negatywny — ujemny), a domieszki wywołujące przewodność dziurową (ind, bor itp.) nazywają się a k c e p t o r a m i i oznaczone są literą *p* (pozytywny — dodatni).

German może przewodzić prąd elektryczny tylko wówczas, gdy przy udziale domieszek i bodźców zewnętrznych zostaną wytrącone z atomów elektrony lub powstaną dziury. Stąd wniosek, że nie tylko elektrony, ale i dziury są nośnikami prądu elektrycznego.

Jeżeli dwa półprzewodniki różnych typów, to znaczy typu *n* oraz typu *p*, będą zespolone ze sobą, to powstanie wtedy styk zwany z ł ą c z e m, który oznacza się *p—n*. W tych półprzewodnikach w miejscu styku znikają swobodne ładunki elektryczne, gdyż wskutek dyfuzji elektrony z obszaru *n* przechodzą do

obszaru p, dziury zaś przenikają z obszaru p do obszaru n. W sieci krystalicznej pozostają tylko jony ujemne po stronie p oraz jony dodatnie po stronie n, wskutek czego obszar n ma zawsze potencjał dodatni względem obszaru p. Wytworzona różnica potencjałów powoduje z kolei ruch elektronów z obszaru p do n oraz dziur z obszaru n do p. Tego rodzaju prąd, zwany prądem termicznym, zależy od temperatury. Jeżeli obszar złącza jest w stanie równowagi elektrycznej, to prąd dyfuzji równa się prądowi termicznemu i nie otrzymuje się żadnego prądu wypadkowego.

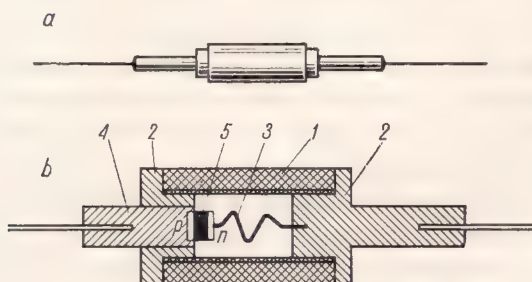
O przewodności kryształów germanu stanowią domieszki pierwiastków pięciowartościowych lub trójwartościowych. Pod wpływem napięcia przyłożonego jedne z kryształów będą więc przewodzić prąd elektronowy, a drugie prąd dziurowy.

Jeśli nastąpi przyłączenie napięcia z zewnątrz do styku *p-n* w taki sposób, że biegun ujemny przyłożymy do półprzewodnika p (domieszka indu, aluminium lub boru), a napięcie dodatnie do półprzewodnika n (domieszka arsenu lub antymonu), to prąd dyfuzji zmniejszy się, a natężenie prądu termicznego będzie bardzo małe. Jest to więc zaporowy kierunek prądu dla styku *p-n*. Oporność tu będzie duża i może ona wynosić nawet setki kiloomów. Jeżeli natomiast zastosujemy odwrotną biegunowość przyłożonego napięcia, to zwiększy się prąd dyfuzji nośników, gdyż dla tego kierunku przepływu prądu styk *p-n* wykazuje małą rezystancję. Oporność elektryczna w tym przypadku będzie dla tego kierunku rzędu kilku do kilkuset omów.

Nadmierne zwiększenie natężenia prądu może się stać przyczyną rozpadu kryształu lub spowodować jego przepalenie się albo przepalenie się cienkich przewodów przyłączonych do kryształu.

c. Diody germanowe

Urządzenie do prostowania prądu zmiennego oparte na właściwościach kryształu germanowego nazwano d i o d ą g e r m a n o w ą (rys. III-31). Dioda składa się z płytki czystego germanu 5 grubości około 0,5 mm, z domieszką antymonu z jednej strony oraz indu z drugiej strony, warstwy typu n (zawiera-



Rys. III-31. Dioda germanowa

a — widok ogólny, *b* — przekrój

1 — tulejka ceramiczna, *2* — metalowe dławniczki uszczelniające, *3* — sprężyna wolframowa, *4* — oprawka kryształu, *5* — german

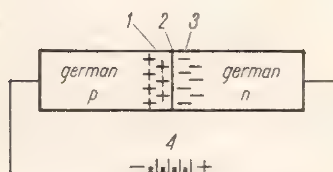
jącej wolne elektrony) i warstwy *p* (przewodnictwo dziurowe). Gęstość prądu w kierunku przewodzenia jest bardzo duża i dochodzi do 100 A/cm², przy czym napięcie wsteczne dla małych elementów wynosi około 125 V.

Straty cieplne w złączu *p-n* są niewielkie, wskutek czego sprawność prostowników germanowych jest bardzo wysoka i wynosi w produkowanych obecnie prostownikach germanowych (mocy) do 99%. Maksymalna temperatura złącza *p-n* podczas pracy wynosi 100°C.

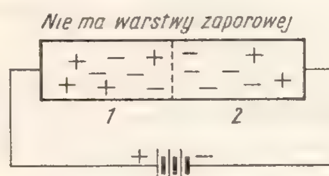
Obecnie dioda krystaliczna jest wykonywana z kryształu germanu lub krzemu typu *n*, a drucik stykowy (sprężyna) — np. z wolframu. Jeżeli zatem mamy german obszaru *p*, to cienka warstwa powierzchni germanu stanowi obszar *n*. Na granicy tych dwóch obszarów *p* i *n* o różnych przewodnościach powstaje warstwa zaporowa.

Sprężyny wolframowe (druciki stykowe) wykonuje się z cienkiego, ostro zakończonego drutu wolframowego średnicy około 0,1 mm, zakończonego ostrzem o bardzo małej średnicy, wynoszącej kilka μm. Drut wolframowy musi mieć odpowiednią twardość i sprężystość.

Jeżeli do obszaru diody dołączymy źródło prądu stałego w taki sposób, że biegun dodatni zostanie przyłączony do obszaru *n*, a ujemny — do obszaru *p* (rys. III-32), to elektrony w obszarze *n* zbliżą się w kierunku obszaru *p*, a dziury



Rys. III-32. Dołączenie źródła prądu stałego biegunem dodatnim do płytki germanu *n*
1 — dziury, *2* — warstwa zaporowa, *3* — elektrony



Rys. III-33. Dołączenie źródła prądu stałego biegunem ujemnym do płytki germanu *n*
1 — german *p*, *2* — german *n*

obszaru *p* — w kierunku obszaru *n*. Na granicy między obu obszarami *n* i *p* nie ma ani elektronów, ani dziur, czyli nie ma nośników, a więc powstaje tam warstwa zaporowa.

W przypadku przyłożenia do obszarów półprzewodnika *p* i *n* napięcia prądu stałego o przeciwnej biegunowości (rys. III-33) elektrony z obszaru *n* przejdą przez warstwę zaporową do obszaru *p* i dalej do bieguna ujemnego źródła prądu, natomiast dziury będą się przesuwać w kierunku przeciwnym. Warstwa zaporowa zostanie zniesiona, gdyż na granicy tych obszarów wystąpią nośniki prądu i przez diodę popłynie prąd elektryczny.

Jeżeli zamiast źródła prądu stałego przyłączymy źródło prądu zmiennego, to w okresie ukazania się w obszarze *n* dodatniej połówki powstanie warstwa zaporowa, która spowoduje przerwę w przepływie prądu, natomiast ukazanie się połówki ujemnej spowoduje przepływ przez diodę prądu w kierunku bieguna dodatniego. Kolejno następujące zasilanie prądem zmiennym powoduje powstawanie przewodzenia i przerw w obwodzie diody.

Obecnie coraz częściej są stosowane diody germanowe ze stykami przyspawanymi do powierzchni germanu. Takie diody odznaczają się dużą wytrzymałością mechaniczną styku i mogą przewodzić prąd przepustowy o wartości do 0,1 A.

Najczęściej stosowaną metodą otrzymania prostownika germanowego jest stapianie niewielkiego kawałka indu (stanowiącego domieszkę akceptorową) z germanem typu *n*. Ind roztapia się i rozpływa po zewnętrznej powierzchni germanu, a następnie dyfunduje w głąb germanu.

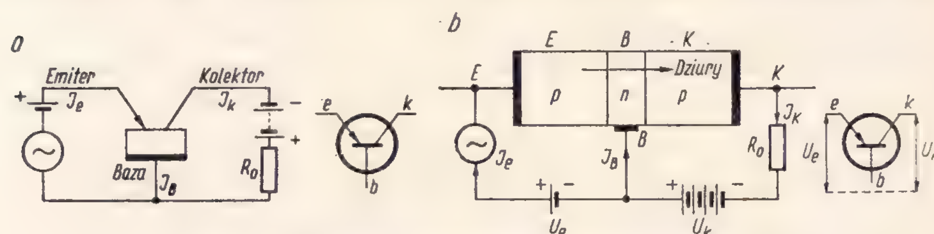
Drugą elektrodę uzyskuje się przez stopienie germanu z cyną. Przewody doprowadzające są przyspawane jeden do germanu z indem, drugi — do germanu z cyną.

d. Tranzystory germanowe

Tranzystor jest to trioda półprzewodnikowa, czyli trójelektrodowy element półprzewodnikowy o właściwościach wzmacniających.

T r a n z y s t o r   o s t r z o w y ma dwie elektrody (emiter i kolektor) wykonane z dwóch drucików umieszczonych blisko siebie na powierzchni germanu typu *n*. Trzecia elektroda (baza) łączy się z germanem, przy czym połączenie to ma duży styk o małej rezystancji. Na rysunku III-34a jest pokazana budowa oraz symbol graficzny tranzystora ostrzowego.

Emiter i kolektor łączą się z bazą przez obwód zewnętrzny. Formowanie tranzystora ostrzowego polega na wytworzeniu półprzewodnika typu *p* wokół ostrza kolektora. Z ostrza emitera, pod wpływem przyłożonego dodatniego napięcia,



Rys. III-34. Budowa warstwowego tranzystora typu p-n-p

a — tranzystor ostrzowy, *b* — tranzystor złączowy typu p-n-p

dziury przechodzą do płytki germanu i tworzą tzw. p r ą d   e m i t e r a J_e. W pobliżu miejsca styku emitera znajduje się ostrze kolektora o dość dużym napięciu ujemnym; elektrony w germanie typu *n* są odpychane, dziury zaś — przyciągane przez ostrze kolektora.

Pole elektryczne powstałe w bazie pod wpływem przepływu p r ą d u   k o l e k t o r a J_k przyciąga dziury, które mają ładunek dodatni, wskutek czego zwiększa się bezpośredni przepływ prądu z emitera do kolektora. Zatem prąd kolektora zależy zarówno od przepływu dziur jak i elektronów.

Zwiększenie napięcia emitera powoduje wzrost przepływu dziur z emitera, a więc wzrost prądu w kolektorze. Jeżeli przyrost natężenia prądu kolektora będzie większy od przyrostu prądu emitera, to wystąpi wówczas zjawisko wzmac-

niania prądu. Dla tranzystorów ostrzowych współczynnik wzmocnienia wynosi $2 \div 3{,}5$.

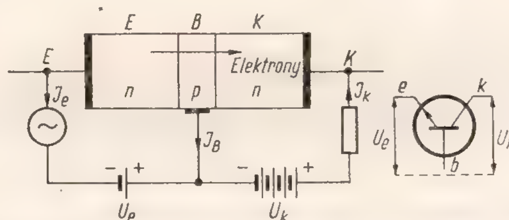
Tranzystory ostrzowe są obecnie stosowane rzadko.

Jeżeli trzy elektrody zostaną połączone z różnymi warstwami półprzewodnika, to w zależności od rozmieszczenia tych półprzewodników otrzymamy t r a n z y s t o r   w a r s t w o w y typu *p-n-p* lub typu *n-p-n*. Tranzystor taki składa się z trzech warstw półprzewodnikowych, które tworzą dwa styki o dwóch różnych kierunkach działania, a mianowicie styk *p-n* oraz *n-p*. Środkowa warstwa tranzystora jest nazywana b a z ą, elektrody zaś — czyli warstwy zewnętrzne — odpowiednio e m i t e r e m (elektroda spolaryzowana w kierunku przeciwnym) i k o l e k t o r e m.

Tranzystor warstwowy *p-n-p* (rys. III-34b) tworzy płytka germanowa obszaru typu *n*, do której z obu stron wtopiono dwie kulki indu lub galu. Ind dyfunduje do wnętrza germanu i tworzy na nim warstwy obszaru typu *p*. Źródło prądu po włączeniu w obwód baza-emiter polaryzuje to złącze w kierunku przewodzenia i wytwarza prąd o stosunkowo małym natężeniu. Prąd ten jest prądem dziurowym i wskutek ujemnej polaryzacji kolektora przenosi się do obwodu kolektora.

Tranzystor warstwowy typu *n-p-n* (rys. III-35) ma bazę wykonaną z warstwy typu *p*. W tranzystorze tym emiter emituje elektrony do obszaru bazy. Symbole graficzne tranzystorów *p-n-p* oraz *n-p-n* różnią się tylko kierunkiem ustawienia strzałek kierunkowych prądu w obwodzie emitera. Tranzystory warstwowe mają lepszą charakterystykę i odznaczają się większą jednolitością wyrobu aniżeli tranzystory ostrzowe.

Na zwiększenie ilości przemieszczanych dziur ma wpływ napięcie zmienne włączone do obwodu emitera. Przy wzroście tego napięcia odpowiednio wzrasta prąd w obwodzie kolektora i dochodzi do tego, że prąd w obwodzie kolektora



Rys. III-35. Zasada budowy warstwowego tranzystora złączowego typu n-p-n

staje się większy od prądu w obwodzie emitera ($J_k > J_e$). Ponieważ w obwodzie kolektora oporność jest dość duża, zatem wzrost mocy będzie odpowiednio duży, zgodnie z wyrażeniem $P = J_k^2 \cdot R_k$.

W porównaniu z innymi prostownikami lub wzmacniaczami tranzystory germanowe charakteryzują: małe rozmiary, niezawodność działania, długi okres pracy, brak żarzenia i niewielka moc prądu stałego potrzebnego do zasilania, duża odporność na wstrząsy i wpływy atmosferyczne. Wadami tranzystorów germanowych są: ograniczenie temperatury do 70°C (praktycznie od 50 do 55°C),

małe wymiary utrudniające odprowadzenie ciepła oraz ograniczenie możliwości przeciążania — nawet na krótki okres czasu.

Mimo tych wad, dzięki swym zaletom tranzystory germanowe mają przewagę nad innymi typami prostowników stykowych i lamp elektronowych; należy przypuszczać, że w najbliższym czasie diody i tranzystory germanowe będą powszechnie stosowane w wielu urządzeniach zrk. Wpłyną one znacznie na obniżenie kosztów tych urządzeń, umożliwiając stosowanie wielu elementów o znacznie zmniejszonych wymiarach, co może wpłynąć na zmniejszenie kubatury budowli przewidzianych do pomieszczenia tej aparatury.

e. Dane techniczne diod i tranzystorów germanowych

Diody germanowe produkowane w zakładach krajowych produkcji półprzewodników dzielą się na diody ostrzowe DOG, diody germanowe warstwowe DZG, diody germanowe prostownicze DMG, diody germanowe impulsowe AAY, diody krzemowe BAY, diody krzemowe prostownicze DK, diody Zenera BZ oraz diody o zmiennej pojemności BA. Wiele typów wymienionych diod znajduje zastosowanie w urządzeniach zrk i łączności na PKP.

Diody typu DOG są stosowane w układach detekcyjnych, w odbiornikach radiowych i telewizyjnych o obciążalności niewielkiej dochodzącej do 50 mA przy napięciu do 150 V. Diody typu DZG mają zakres od 100 do 900 mA i napięciu do 400 V. Diody DK o obciążalności 600 mA są wykonane na napięcie do 700 V i pracują w temperaturze roboczej od —40° do +70°C.

Diody impulsowe DG stosowane w układach przełączających mają zakres do 150 mA przy napięciu do 35 V, natomiast diody impulsowe ze złotym ostrzem AAY mają maksymalny prąd przewodzenia 110 mA, a szczytowe napięcie wsteczne 25 V przy t_a= 25°C.

Diody krzemowe BAY na napięcie 25 V o mocy 250 mW mogą być obciążone prądem 115 mA. Diody Zenera BZ mają obciążenie maksymalne do 500 mA przy napięciu do 30 V.

Niektóre diody są wykonywane w obudowie szklanej, z wyprowadzonymi drutami miedzianymi ocynowanymi o średnicy 0,5 mm; są one przeznaczone do pracy w układach detekcyjnych i prostowniczych. Długość ich wynosi od 10 do 14,5 mm, średnica maksymalna od 3,3 do 4,5 mm.

Inne diody są wykonywane w obudowie metalowej, z przepustem szklanym i z wyprowadzonymi drutami jak w obudowie diod poprzednio omówionych; służą one do pracy w układach prostowniczych. Długość ich wynosi około 20 mm, zewnętrzna średnica maksymalna — 8 mm, ciężar 2 G.

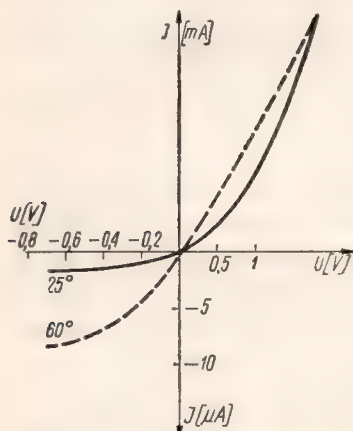
Są spotykane diody w obudowie metalowej, z przepustem szklanym, przy czym katoda ma śrubkę mocującą płytkę chłodniczą. Długość ich wynosi 18 mm, średnica 14 mm.

Diody mogą pracować w temperaturze od —40°C do +50°C, a nowsze w dopuszczalnej temperaturze od —60°C do +140°C.

Produkowane obecnie diody mogą pracować na napięcie do 600 V oraz natężenie prądu dla diod krzemowych do 120 A (diody DKM 60 i DKM 120).

Typowa charakterystyka elektryczna diody germanowej jest pokazana na rysunku III-36.

Diody typu By 10 o obciążalności 10 A produkcji fabryki półprzewodników Lamina w Piasecznie mają wartość maksymalną napięć do 1000 V, a diody DK produkcji tejże fabryki o obciążalności 100 A mają maksymalną wartość napięcia do 600 V. W diodach dużej mocy prądy znamionowe osiągają rząd paruset amperów i wymagają intensywnego chłodzenia.



Rys. III-36. Charakterystyka elektryczna diody germanowej

Diody germanowe produkcji fabryki Lamina mają zakres od 1 do 5 A (oznaczenia DMG 1÷÷DMG 5), są umieszczone w obudowie metalowej; zakres temperatury od —40 do +50°C.

W razie potrzeby łączy się diody w grupy równoległe i szeregowe. Powinno się dobierać diody o identycznych cechach.

Tranzystory germanowe produkowane w Polsce są oznaczane odpowiednimi kolorami zgodnie z przyjętymi oznaczeniami międzynarodowymi. Na przykład tranzystory złączowe oznaczane są symbolem TG. Tranzystory germanowe typu *p-n-p* dla małej mocy i małej częstotliwości, pracujące w układach wzmacniających, generacyjnych i przełącznikowych, oznaczane są symbolami TG2, TG3A, TG4, TG5 i TG8.

Tranzystory typu *p-n-p* średniej mocy i małej częstotliwości pracujące we wzmacniaczach średniej mocy oznaczone są symbolami TG50, TG51, TG52, TG53 i TG55 oraz tranzystory z radiatorem AD365 i AD366.

Tranzystory *p-n-p* dużej mocy i małej częstotliwości oznaczone są symbolami TG70, TG71 i TG72; znajdują one zastosowanie we wzmacniaczach dużej mocy i w przetwornicach.

Tranzystory *p-n-p* małej mocy i średniej częstotliwości stosowane w układach impulsowych oznaczone są symbolem ASY 34, ASY 35, ASY 36, ASY 37.

Tranzystory małej mocy, wysokiej częstotliwości — konstrukcji stopowo-dyfuzyjnej znajdujący zastosowanie we wzmacniaczach odbiorników tranzystorowych z zakresem fal krótkich, średnich i długich oznaczone są symbolami AF 426, AF 428 i AF 429.

Tranzystory krzemowe *n-p-n* wykonywane metodą dyfuzyjną znajdujące zastosowanie w układach impulsowych, wzmacniaczach małej i średniej częstotliwości, układach generacyjnych itp. mają symbole BF 504, BF 505, BF 506, BF 510, BF 511.

Wzmocnienia prądowe tranzystora warstwowego wynoszą od 100 mA do 1,5 A, a moc — do 360 mW. Tranzystory warstwowe przepuszczają maksymalny prąd kolektora od 4 do 3000 mA.

Tranzystory ostrzowe pracują przy częstotliwości do 50 MHz, a warstwowe — do 250 MHz. Tranzystory są w dalszym ciągu ulepszane, a ich wartości jeszcze nie osiągnęły maksymalnych możliwości. Obecnie są produkowane tranzystory o mocy 0,5 W i częstotliwości granicznej do 750 MHz.

Wielką zaletą tranzystorów jest bardzo małe zużywanie energii z baterii zasilających, natychmiastowa gotowość do pracy, mała objętość i długi okres pracy (ponad 100 000 godzin).

Wymiary tranzystorów krajowych są następujące: długość do 8 mm, średnica do 5,5 mm.

3. Przetwornice

a. Przetwornice do rezerwowego zasilania urządzeń zrk

Przetwornice są to maszyny elektryczne przetwarzające prąd stały na prąd zmienny lub odwrotnie, bądź prąd zmienny o pewnej częstotliwości na prąd zmienny o innej częstotliwości. Przetwarzany prąd służy do zasilania niektórych obwodów świateł.

Przetwornice włączają się najczęściej automatycznie do pracy jako źródło awaryjnego zasilania tych obwodów w razie braku napięcia pobieranego normalnie z szyn zbiorczych prądu zmiennego w tablicy rozdzielczej.

Uruchamianie przetwornicy odbywa się za pomocą przełącznika, znajdującego się na tablicy kontrolnej, a sterującego stycznikami przełączającymi z pomieszczenia nastawczego. Styczniki przełączające znajdują się w tablicy rozdzielczej i są zasilane napięciem 24 V z szyn zbiorczych prądu stałego.

Układy automatyki przetwornic są podłączone szeregowo, co umożliwia zrealizowanie w prosty sposób układu przełączającego. Za pomocą jednej pary styczników, mogą być jednocześnie przełączane maksimum 3 przetwornice.

W zasadzie na stacjach przelotowych bez stałego agregatu spalinowo-elektrycznego, w jednym okręgu nastawczym nie wypadnie nigdy więcej przetwornic sygnałowych niż 3 (jedna na dwa semafory wjazdowe i tarcze ostrzegawcze dla linii z zorganizowanymi wjazdami z torów niewłaściwych). W razie stosowania do zasilania urządzeń zrk agregatu przewoźnego jako źródła rezerwowego, ewentualność przerwy w zasilaniu może trwać ponad pół godziny, wówczas stosuje się dwie grupy przetwornic pracujących na przemian. Praca przetwornic jest sygnalizowana na tablicy centralnej.

Bateria akumulatorów do przetwornic jest zabezpieczona wyłącznikiem samoczynnym, ponieważ zabezpieczenie główne powinno być tak kontrolowane ciągle, aby było wykluczone niezadziałanie przetwornic podczas zaniku napięcia w sieci w razie przepalenia się bezpiecznika topikowego.

Wyłącznik samoczynny, przerywając obwód zasilania z powodu zwarcia lub nadmiernego przeciążenia, włącza zestykiem pomocniczym obwód sygnalizacyjny. Oprócz tego wyłącznik samoczynny pozwala odłączyć baterie akumula-

torów od układu. Przy odłączaniu ręcznym sygnalizacja działa tak samo jak i przy wyłączaniu awaryjnym. Kontrola stanu zabezpieczenia głównego innych baterii jest tak istotna, jak w przypadku baterii akumulatorów przetwornic. Pobór prądu jest tu mały, prawdopodobieństwo przeciążenia szkodliwego jest znikome, a w razie zwarcia, brak napięcia prądu stałego można stwierdzić jednoznacznie z położenia i pracy urządzeń zrk.

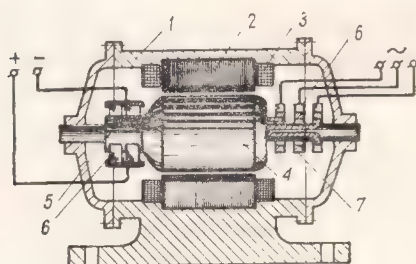
Konsekwencje braku napięcia stałego w urządzeniach zrk nie są niebezpieczne w skutkach. Stosowane wyłączniki prądu stałego typu WIS mają najmniejsze wkładki termiczne na znamionowy prąd I_{max}= 15 A, a układ elektromagnetyczny działa dopiero dla około 15-krotnego przeciążenia prądu znamionowego przy napięciu znamionowym U_n= 250 V.

W obwodach przetwornic płynie duży prąd $J_{n\,min}$= 25 A i tam wykorzystuje się układ termiczny, ponieważ baterie akumulatorów mają dużą pojemność i zapewniają przy zwarciu lub przeciążeniu przepływ odpowiednio dużego prądu gwarantującego zadziałanie członu termicznego w bardzo krótkim czasie.

Przetwornice mogą być wahadłowe (wibracyjne) i wirujące (maszynowe) oraz tranzystorowe. Obecnie w urządzeniach zrk są stosowane wyłącznie przetwornice wirujące.

Do tymczasowego oświetlenia czerwonych świateł semaforów wjazdowych lub drogowskazowych, a często i semaforów wyjazdowych, przy torach głównych zasadniczych, po których odbywają się przejazdy bez zatrzymania, oraz do obwodów tarcz ostrzegawczych, sygnałów zastępczych i czasem sygnałów powtarzających w czasie zaniku napięcia w sieci zasilającej aż do chwili włączenia pełnego napięcia zespołu spalinowo-elektrycznego są stosowane jedno- lub dwutwornikowe przetwornice obrotowe (wirujące).

Przetwornica jednotwornikowa (rys. III-37) jest maszyną o otwartej budowie, tj. bez ochrony elementów wirujących i elementów pozostających podczas pracy pod napięciem, i uzwojeniu twornika, który z jednej strony ma wyprowa-



Rys. III-37. Przekrój przetwornicy jednomaszynowej, jednotwornikowej
1 — obudowa,
2 — magnesy,
3 — uzwojenia magnesów,
4 — twornik
5 — komutator,
6 — szczotki,
7 — pierścienie

dzenie na kolektor, a z drugiej strony — na 2 pierścienie oraz spełnia czynności silnika i zarazem prądnicy. Przetwornica ta przetwarza energię elektryczną w jednym tworniku z prądu stałego na prąd zmienny.

Przetwornice te są przystosowane do pracy dorywczej i trwającej nie dłużej niż 30 minut.

Charakterystyka obu typów przetwornic jest podana w tablicy III-4.

Tablica III-4

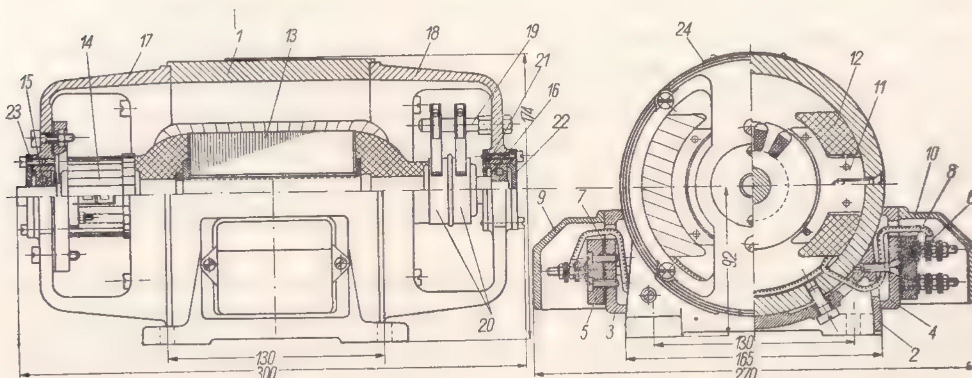
Charakterystyka przetwornic

<table>
<tr><th rowspan="2">Charakterystyczne wielkości</th><th colspan="2">dla przetwornicy</th></tr>
<tr><th>K-509</th><th>K-517</th></tr>
<tr><td>Napięcie prądu stałego (zasilania)</td><td>12 V</td><td>24 V</td></tr>
<tr><td>Natężenie prądu stałego</td><td colspan="2">24 A</td></tr>
<tr><td>Napięcie prądu zmiennego</td><td colspan="2">220 V ±10 V</td></tr>
<tr><td>Częstotliwość f</td><td colspan="2">50 Hz</td></tr>
<tr><td>Natężenie prądu zmiennego</td><td>0,68 A</td><td>1,36 A</td></tr>
<tr><td>cos φ (współczynnik mocy)</td><td colspan="2">0,9</td></tr>
<tr><td>Moc oddawana</td><td>150 VA</td><td>300 VA</td></tr>
<tr><td>Sprawność η</td><td colspan="2">52%</td></tr>
<tr><td>Prędkość obrotowa n</td><td colspan="2">3000 obr/min</td></tr>
<tr><td>Ciężar</td><td>17 kG</td><td>20 kG</td></tr>
</table>

Przetwornice typu K-509 i K-517 są maszynami o budowie otwartej i przystosowanymi do pracy w temperaturze otoczenia od —30 do +45°C w pomieszczeniach zamkniętych.

Z przedstawionych charakterystyk wynika, że przetwornice typu K-509 i K-517 różnią się przede wszystkim mocą i napięciem zasilania oraz rodzajem pracy, natomiast w budowie obydwu typów maszyn nie występują poważniejsze różnice. Przetwornica typu K-517 jest jedynie dłuższa od przetwornicy typu K-509 o 20 mm, wskutek zwiększonej długości kadłuba (jarzma).

Jarzma obu maszyn (rys. III-38) są zrobione w kształcie rury stalowej i mają po dwa bieguny wykonane z blach nie izolowanych. Długość pakietu blach stojana (i wirnika) przetwornicy typu K-509 wynosi 60 mm, a przetwornicy typu K-517 — 100 mm. Rdzeń wirnika jest wykonany z blach grubości 0,5 mm, o średnicy zewnętrznej 75 mm, z wyciętymi 15 żłobkami na obwodzie.



Rys. III-38. Jarzmo przetwornic typu K-509 i K-517

1 — jarzmo, *2* — podstawa maszyny, *3, 4* — podstawy tabliczek zaciskowych, *5* — tabliczka zaciskowa prądu stałego, *6* — tabliczka zaciskowa prądu zmiennego, *7, 8* — podkładki bakelitowe, *9, 10* — przykrywki, *11* — biegun, *12* — cewka bieguna, *13* — wirnik, *14* — komutator, *15, 16* — łożyska, *17, 18* — tarcze łożyskowe, *19* — szczotkotrzymacz, *20* — pierścienie ślizgowe, *21* — pokrywka łożyskowa wewnętrzna, *22, 23* — pokrywki łożyskowe zewnętrzne, *24* — tabliczka znamionowa

Oporność uzwojeń mierzona w temperaturze 20°C wynosi:

w przetwornicy	K-509	K-517
uzwojenie wzbudzenia	5,25 Ω	15,5 Ω
uzwojenie wirnika prądu stałego	0,03 Ω	0,0632 Ω
,, prądu zmiennego	16 Ω	10,62 Ω

Komutatory w obu przetwornicach są jednakowe i mają wymiary:

średnica zewnętrzna	48 mm,
długość całkowita	38 mm,
długość ślizgowa	31 mm.

Komutator ma 30 wycinków izolowanych mikanitem. W obu przetwornicach jest stosowany ten sam typ szczotek: po 4 po stronie prądu stałego i po 4 po stronie prądu zmiennego. Na rysunku III-38 pokazano wymiary przetwornicy K-517.

Powierzchnia komutatora i pierścieni ślizgowych przetwornicy powinny być gładkie, wypolerowane. W przeciwnym razie trzeba je przeszlifować papierem szklistym. Szczotka powinna się lekko przesuwać w uchwycie, lecz musi być dość silnie dociskana do komutatora oraz przylegać doń jak i do pierścieni ślizgowych całą powierzchnią stykową. Nie należy zmieniać położenia szczotek w strefach obojętnych po ustaleniu ich położenia przez wytwórnię.

Magneśnica z 2 wystającymi biegunami umieszczonymi w płaszczyźnie poziomej jest wzbudzana prądem stałym. Po uruchomieniu przetwornica daje prąd zmienny z pierścieni umieszczonych po drugiej stronie twornika.

Końcówki uzwojenia prądu stałego i zmiennego są dołączone do zacisków znajdujących się po obu stronach kadłuba przetwornicy. Oprócz zacisków dołączeniowych na kadłubie znajduje się jeszcze 1 zacisk uziemiający. Dla uzyskania dużego momentu obrotowego i minimalnego tarcia przetwornica jest wyposażona w łożyska kulkowe.

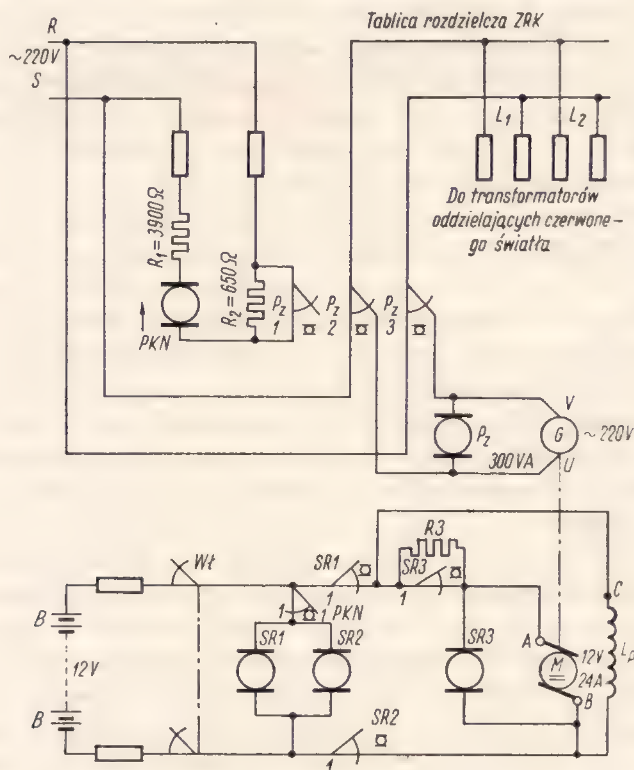
Każda przetwornica powinna mieć tabliczkę znamionową z następującymi danymi: nazwa (znak) wytwórni, rodzaj maszyny i rodzaj wzbudzenia, typ i nr fabryczny przetwornicy, rok wykonania, moc i symbol rodzaju pracy, współczynnik mocy, napięcie i natężenie prądu stałego i zmiennego, częstotliwość prądu zmiennego, prędkość obrotowa, klasa izolacji i ciężar przetwornicy.

Do natychmiastowego samoczynnego uruchomienia przetwornicy i włączenia jej do obwodu zasilania — w razie zaniku lub wahań napięcia w sieci zasilającej — służy specjalny aparat włączający i wyłączający, którego schemat pokazano na rysunku III-39.

Wszystkie elementy aparatu są umieszczone na płycie bakelitowej, która jest osadzona na dnie skrzyni staliwnej. Skrzynia jest zamknięta pokrywą. Przewody zasilające są wyprowadzone na zewnątrz skrzyni przez otwór w dolnej jej ścianie. W górnej ścianie skrzyni jest wywiercony otwór, przez który — w razie potrzeby — może być włączony woltomierz w ochronnej obudowie; zasadniczo otwór ten jest zakryty płytką przymocowaną śrubami. Skrzynia ma odpowiednią wentylację.

Do płyty bakelitowej jest przymocowany przekaźnik pomocniczy P_z jako przełącznik prądu zmiennego, służący do przełączania odbiorników na sieć lub na przetwornicę, oraz 2 dodatkowe oporniki rozruchowe do ustalania napięcia przekaźnika kontrolnego *PKN* włączającego styczniki *SR1* i *SR2*.

W stanie zasadniczym zasilanie odbiorników L_1 i L_2 odbywa się bezpośrednio z sieci *RS* przez zwarte bierne styki *2* i *3* przekaźnika pomocniczego prądu zmiennego P_z. Styk *1* przekaźnika pomocniczego P_z zwiera opornik R_2 włączony w obwód przekaźnika kontrolnego *PKN*. Przyciągnięcie kotwicy tego przekaźnika następuje po osiągnięciu napięcia w sieci 205 V±2% napięcia znamionowego.



Rys. III-39. Układ połączeń obwodu włączającego i wyłączającego przetwornicy wirującej

P_z — przekaźnik pomocniczy prądu zmiennego, R_1 i R_2 — oporniki rozruchowe, *R3* — opornik włączający, *Wł* — wyłączniki, *PKN* — przekaźnik kontrolny, *B* — bateria, *SR1*, *SR2*, *SR3* — styczniki rozruchowe, *M* — silnik prądu stałego, *G* — prądnica prądu zmiennego

Gdy nastąpi obniżenie napięcia w sieci o około 20% jego wartości znamionowej lub w razie całkowitego zaniku napięcia w sieci, kotwica przekaźnika kontrolnego *PKN* zostaje zwolniona. Zwolnienie to powoduje zwarcie styków *1* przekaźnika kontrolnego, przez które zaczyna płynąć prąd z baterii akumulatorów do cewek styczników rozruchowych *SR1* i *SR2*.

Styki *1* obu tych styczników zostają zwarte. Prąd z baterii płynie przez włączający opornik R_3 do uzwojenia wirnika przetwornicy i do jej uzwojenia wzbu-

dzającego. Zadaniem opornika R_3 jest ograniczenie pobierania prądu podczas rozruchu silnika.

Uzwojenie stycznika *SR3* jest przyłączone do zacisków *A-B* silnika. Gdy napięcie na zaciskach *A-B* osiągnie wartość około 17 V, stycznik *SR3* zostanie wzbudzony i nastąpi zwarcie jego styków *1*. Następuje zwarcie opornika *R3* i liczba obrotów przetwornicy rośnie do obrotów znamionowych wynoszących 3000, a napięcie na pierścieniach dochodzi szybko do 220 V.

Uzwojenie przekaźnika P_z dołączone do zacisków prądu zmiennego 220 V spowoduje przyciągnięcie kotwicy i przełączenie styków przekaźnika P_z. Przez przełączone styki *2* i *3* przełącznika płynie prąd zmienny z przetwornicy do linii zasilającej odbiorniki. Opornik R_2, który był dotychczas zwarty przez styk *1* przekaźnika P_z, zostaje rozwarty. Przez włączenie opornika R_2 w szereg z uzwojeniem przekaźnika kontrolnego wzrasta oporność obwodu, wskutek czego maleje zakres napięcia, przy którym może nastąpić rozwarcie styków *1-2-3* przekaźnika.

Gdy napięcie w sieci podniesie się z powrotem do około 205 V$\pm$2%, kotwica przekaźnika *PKN* zmieni położenie, powodując rozwarcie styków *1* przekaźnika. Styczniki *SR1* i *SR2* pozbawione prądu rozewrą swoje styki *1*, przerywając dopływ prądu do silnika przetwornicy, wskutek czego nastąpi zatrzymanie przetwornicy.

Zatrzymana przetwornica przestaje zasilać prądem przekaźnik P_z i jego styki *1—2—3* powracają do pierwotnego położenia. Przez styki *2* i *3* znów płynie prąd do odbiorników z sieci zasilającej.

Podczas konserwacji urządzenia samoczynnego rozruchu należy zwracać uwagę na czystość i stan styków, a podczas konserwacji przetwornicy należy zabiegi ograniczyć do czyszczenia pierścieni ślizgowych i wymiany szczotek.

Przekaźnik kontrolny musi być pod stałą obserwacją.

Należy go regulować na właściwe napięcie zaniku przez odpowiednie przesunięcie opaski na oporniku. Opaskę należy tak ustawić, aby zwarcie styków przekaźnika następowało przy ustalonym napięciu zaniku. Podczas regulacji nie należy zbytnio obniżać oporności opornika R_1, gdyż powoduje to zwiększenie prądu w cewce wzbudzającej, co sprzyja wzrostowi temperatury w cewce i oporniku. Regulację rozłączenia styków przekaźnika na napięcie włączania wykonuje się za pomocą opornika R_2. Regulacja polega na ustaleniu opaski w taki sposób, aby przekaźnik działał przy założonym napięciu włączania.

Nie mniejszą uwagę należy poświęcić stykom przekaźnika P_z, których zadaniem jest przełączanie zasilania odbiorników na sieć bądź na przetwornicę. Styki tego przekaźnika należy nie tylko czyścić i smarować, lecz trzeba również odpowiednio regulować sprężyny — dla zachowania pewnego zwierania styków zarówno przy przyciągniętej, jak i przy opadniętej kotwicy. Niewłaściwa konserwacja styków może spowodować całkowitą przerwę w zasilaniu odbiorników.

Styczniki *SR1*, *SR2* i *SR3* nie wymagają w zasadzie regulacji styków, lecz powinny być utrzymywane w należytym stanie i czystości.

Opornik włączający R_3 jest tak nastawiony, że przetwornica osiąga pełne obroty po upływie 1 s od momentu zwarcia styków *1* stycznika *SR3* przy zna-

mionowym napięciu zasilania i odpowiedniej pojemności baterii. Czas rozruchu można regulować w pewnych granicach, przesuwając odpowiednio opaski na zwojach opornika *R3* lub zbliżając bądź oddalając styki stycznika *SR3*. Odległość styków stycznika *SR3* nie może być mniejsza niż 3 mm. Przez zmniejszenie oporności opornika *R3* skraca się czas rozruchu przetwornicy, lecz zwiększa się natężenie prądu rozruchu.

Jako przełącznik P_z stosowany jest przekaźnik typu RU-22 na napięcie 220 V i 50 Hz, wyposażony w 3 pary styków przełącznych 2 A, 60 W ze srebrnymi styczkami. Jako przekaźnik kontrolny napięciowy *PKN* jest używany przekaźnik typu REp-1 o zakresie pracy dla napięcia prądu zmiennego 160—320 V i 50 Hz. Przekaźnik ten jest wyposażony w parę styków włączających przy prądzie 1 A, 20 W.

Styczniki *SR1*, *SR2* i *SR3* są to styczniki typu SM2a.

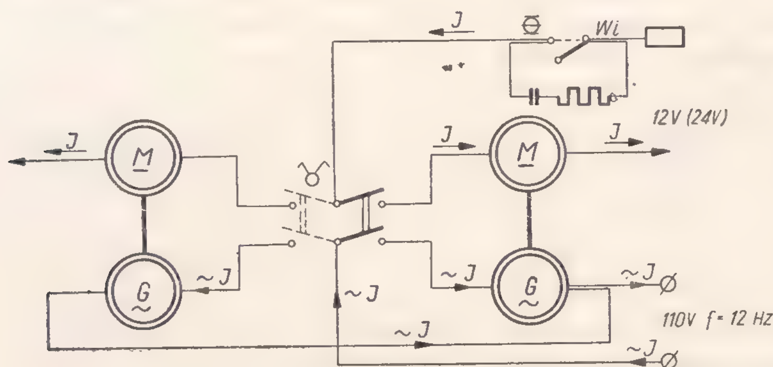
b. Przetwornice induktorowe

Do blokowania bloków elektromechanicznych i elektromagnetycznych (przekaźnikowych) w nastawniach mechanicznych i elektrycznych znajduje zastosowanie blokowa przetwornica induktorowa, uruchamiana za pomocą przycisków lub dźwigni blokowych. Uruchamianie to odbywa się wskutek przepływu prądu stałego, czerpanego z baterii akumulatorów, po naciśnięciu klawisza blokowego bez pokręcenia korbą induktora. Prąd do uruchomienia bloków jest czerpany z blokowej przetwornicy induktorowej, zasilanej prądem stałym z baterii akumulatorów 12 lub 24 V. Moc obecnie produkowanych przetwornic wynosi 3,8 VA.

Zazwyczaj stosuje się dwie przetwornice w celu uzyskania niezawodnego zasilania bloków. Przełączanie z przetwornicy czynnej na przetwornicę rezerwową odbywa się za pomocą przełącznika pokrętnego.

Schemat połączeń przetwornicy dwumaszynowej jest pokazany na rysunku III-40.

Obecnie w układach do zasilania bloków blokady stacyjnej i liniowej obwody blokowych przetwornic jednotwornikowych są wykonywane według schematu pokazanego na rysunku III-41.

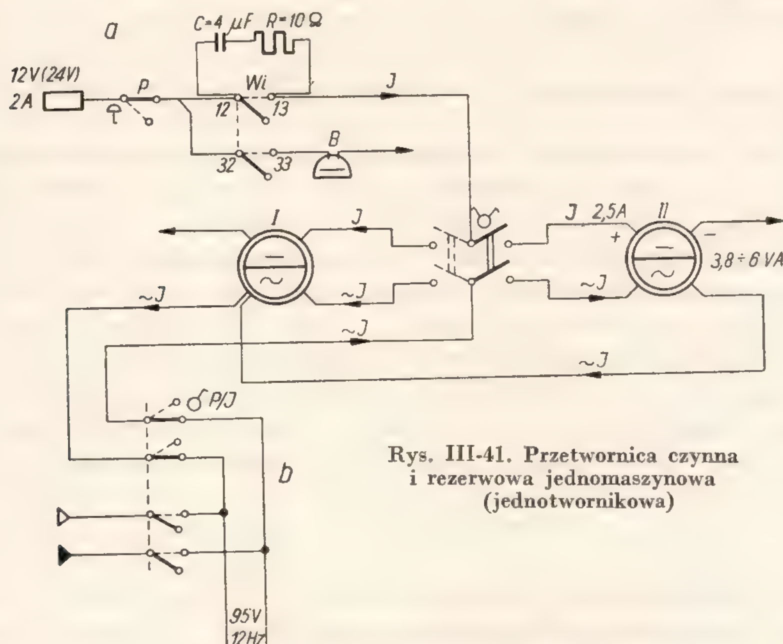


Rys. III-40. Przetwornica czynna i rezerwowa dwumaszynowa

Induktorowa przetwornica jednomaszynowa spełnia zarówno czynności silnika jak i prądnicy. Przetwornica jednomaszynowa ma największą sprawność wśród maszyn elektrycznych, a w porównaniu z przetwornicą dwumaszynową ma straty nieomal o połowę mniejsze.

Do obwodów blokowych przetwornica może być włączona przełącznikiem *P/J*, przy czym następuje jednoczesne wyłączenie induktora. Przeciwne położenie przełącznika *P/J* oznacza wyłączenie przetwornicy, a włączenie induktora.

Naciśnięcie klawisza blokowego wzbudza przekaźnik induktorowy *Wi*, którego zestyk (rys. III-41a) powoduje włączenie zasilania przetwornicy z baterii. Układ kondensatora i opornika bocznikującego zestyk *12—13* przekaźnika *Wi* ma na celu gaszenie iskry podczas włączania i wyłączania zasilania.



Rys. III-41. Przetwornica czynna i rezerwowa jednomaszynowa (jednotwornikowa)

Drugi zestyk *32—33* przekaźnika włączającego *Wi* włącza brzęczyk na czas blokowania. Gdyby zwolniony klawisz blokowy nie powrócił do położenia zasadniczego, np. wskutek niedoblokowania bloku, wówczas przełączony zestyk przyciskowy bloku powodowałby dalsze wzbudzenie przekaźnika *Wi* oraz dalsze działanie przetwornicy, a sygnał brzęczyka poinformowałby obsługę o zaistniałym stanie.

Jeśliby powstało uszkodzenie, przy którym występowałaby ciągła praca przetwornicy, to personel obsługi może wyłączyć przetwornicę stabilnym przyciskiem *P*. W takim przypadku należy również przestawić przełącznik *P/J*, a blokowanie bloków wykonywać za pomocą ręcznego induktora blokowego.

W razie zastosowania induktorowej przetwornicy personel obsługi powinien przestrzegać, ażeby równocześnie nie blokowano dwóch lub więcej bloków. Wynika to z konieczności unikania przeciążeń przetwornicy oraz wypalania zestyku *12—13* przekaźnika *Wi*.

IV. SYGNALIZATORY PRZYTOROWE

1. Charakterystyka ogólna świetlnych sygnalizatorów przytorowych

Nowoczesnym systemem sygnalizacji kolejowej jest stosowana obecnie szybkościowa sygnalizacja świetlna. Poszczególne sygnały na sygnalizatorach zezwalające na jazdę, niezależnie od tego, gdzie znajduje się semafor, podają maszyniście pociągu szybkość, z jaką ma prowadzić pociąg (największa dozwolona czy zmniejszona).

Do powszechnie stosowanych na PKP sygnalizatorów przytorowych są zaliczane: semafory, tarcze i wskaźniki. Ich budowa oraz przekazywane sygnały są różne i uzależnione od roli, jaką mają spełniać w sygnalizacji kolejowej.

Na sieci PKP znajdują zastosowanie następujące kolory świateł:

czerwony — wymagający bezwzględnego zatrzymania pociągu (zawsze światło ciągłe);

pomarańczowy — wyrażający ostrzeżenie (światło ciągłe lub migające);

zielony — zezwalający na jazdę pociągu z ustaloną szybkością (światło ciągłe lub migające);

niebieski — zabraniający manewrów;

biały — zezwalający na manewry (światło ciągłe);

biały — jako sygnał zastępczy (światło migające) zezwalający na wjazd pociągu na stację, wyjazd ze stacji i przejazd obok semaforów na posterunkach odstępowych.

Sygnalizatory świetlne mogą być stosowane w urządzeniach kluczowych, mechanicznych, elektrycznych suwakowych i przekaźnikowych. Z zasady są one stosowane jednak w urządzeniach przekaźnikowych oraz w urządzeniach blokady samoczynnej.

Sygnały na sygnalizatorach mogą być podawane przez pracownika lub mogą wyświetlać się samoczynnie pod wpływem oddziaływania pociągu. W zależności od tego rozróżnia się sygnalizatory świetlne półsamoczynne i samoczynne.

2. Zasada tworzenia sygnalizatorów przytorowych

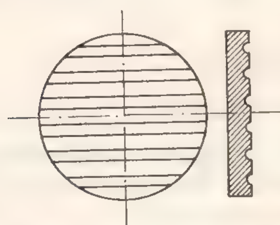
Sygnalizatory świetlne są to urządzenia, którymi podaje się sygnały optyczne, wyrażone przez odpowiedni układ barw, wysyłanych jako kolorowe strumienie świetlne. Barwny strumień świetlny uzyskuje się po przepuszczeniu światła białego przez odpowiedni filtr kolorowy. Jako takie filtry są stosowane na PKP barwne soczewki. W niektórych zarządach kolejowych wykorzystuje się zwykłe płaskie szkła, odpowiednio zabarwione.

Widoczność sygnałów na sygnalizatorach jest zależna od warunków atmosferycznych, od tła, na którym sygnały są obserwowane, i od jakości wzroku obserwatora. Mgła i zanieczyszczenie powietrza kurzem lub dymem ma duży wpływ na pochłanianie oraz rozpraszanie strumienia świetlnego i stanowi przyczynę zmniejszenia odległości, z której sygnał jest widoczny.

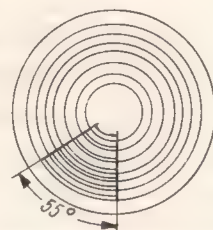
Im mniej jest jaskrawe tło sygnałów świetlnych, tym lepsza jest ich widoczność. Z tych względów sygnały świetlne są widoczne w nocy z większej odległości niż w dzień. Mniej widoczne stają się sygnały w nocy na tle oświetlonych terenów stacyjnych, sąsiadujących z barwnie oświetlonymi światłami kolorowymi reklam i ulic miejskich.

Dla zapewnienia bezpieczeństwa ruchu kolejowego widoczność sygnałów świetlnych powinna być dobra.

Aby sygnały ukazujące się na sygnalizatorach były widoczne również na łukach linii kolejowych, stosowane są dodatkowe układy rozpraszające. Dla osiągnięcia należytej widoczności sygnału sygnalizatora z bliskiej odległości, między soczewkami układu optycznego umieszcza się specjalną (pryzmatyczną) wstawkę rozpraszającą (rys. IV-1). Jest to okrągła szklana płytka mająca przednią powierzchnię gładką, a tylną — złożoną z niewielkich pryzmacików' które powodują częściowe odchylenie strumienia świetlnego tylko w jednym ustalonym kierunku.



Rys. IV-1. Pryzmatyczna wstawka rozpraszająca

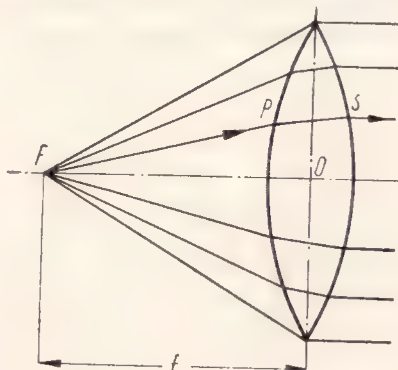


Rys. IV-2. Zewnętrzna cewka schodkowa z sektorem odchylającym

Inny sposób zwiększenia widoczności sygnału obserwowanego z bliska polega na zastosowaniu w układzie optycznym sygnalizatora zewnętrznej soczewki z odpowiednim sektorem odchylającym (rozpraszającym) o kącie 55° (rys. IV-2). Soczewka taka odchyla strumień świetlny w żądanym kierunku i umożliwia obserwację światła sygnałowego z boku, z bliskiej odległości.

W sygnalizatorach świetlnych stosowanych na PKP układy optyczne działają na zasadzie załamania się promieni świetlnych. Promień świetlny po przejściu

przez soczewkę (obustronnie wypukłą) ulega załamaniu (rys. IV-3). Jeżeli źródło światła umieścimy w ognisku soczewki F, to promień, padając na soczewkę w punkcie P, ulega załamaniu, a przy wyjściu z soczewki w punkcie S załamuje się ponownie. Podobny jest bieg innych promieni wychodzących z ogniska F. Kąty załamania promieni zależne są od krzywizny soczewki.

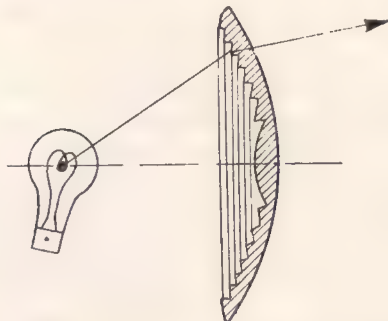


Rys. IV-3. Załamanie promienia świetlnego w soczewce obustronnie wypukłej

FO — główna oś optyczna soczewki, F — ogniskowa soczewki, f — odległość ogniskowej, PS — punkty załamania promienia świetlnego

Soczewki używane w układach optycznych sygnalizatorów świetlnych mają profil jednostajny bądź schodkowy. Soczewki o profilu jednostajnym są zazwyczaj soczewkami płaskowypukłymi o dużej odległości ogniskowej.

W miarę zmniejszania odległości zwiększa się kąt skupienia promieni przez soczewkę. Zastosowanie soczewek ze zmniejszoną odległością ogniskową umożliwia zmniejszenie wymiarów urządzenia sygnałowego, jednakże sama soczewka jest grubsza i cięższa oraz zachodzą w niej większe straty światła wskutek absorpcji.



Rys. IV-4. Soczewka schodkowa

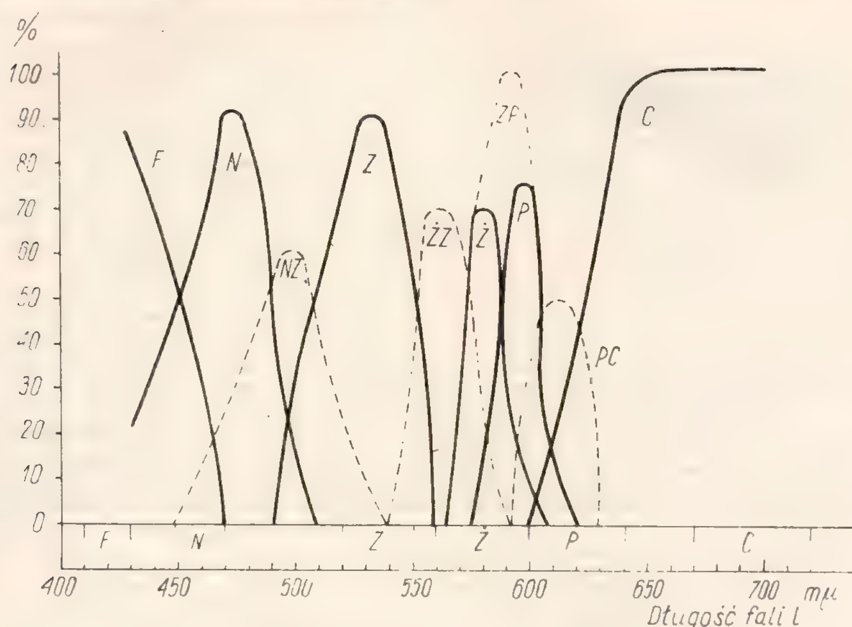
Zmniejszenie strat światła i ciężaru soczewki uzyskano przez zastosowanie soczewki schodkowej (rys. IV-4).

3. Układy optyczne sygnalizatorów świetlnych

Właściwy układ optyczny umożliwia wykorzystanie jak największej części strumienia świetlnego w kierunku podanego sygnału. Zadaniem układu jest więc uzyskanie możliwie największej widoczności przy jak najmniejszym zużyciu energii elektrycznej.

Widoczność sygnałów jest zależna również od koloru sygnałów, a więc od zabarwienia soczewek. W wyniku przeprowadzonych badań ustalono kilka kolorów, których krzywe charakteryzujące zależność widoczności od doboru kolorów pokazano na rysunku IV-5.

Podczas prób stwierdzono, że najlepiej odróżniano kolory zasadnicze: czerwony, zielony, niebieski i fioletowy; bardzo dobrze odróżniano także kolor żółty o zabarwieniu pomarańczowym.



Rys. IV-5. Zależność widoczności sygnałów od doboru kolorów
F — fioletowy, *C* — czerwony, *N* — niebieski, *P* — pomarańczowy, *Z* — zielony, *Ż* — żółty

Decyzję przyjęcia koloru czerwonego dla sygnału „Stój" podjęto ze względu na dużą kontrastowość tego koloru na tle wielu świateł innych kolorów, na tle tarczy tłowej semaforów świetlnych oraz na tle naturalnym (np. mury, las, niebo itp.).

Kolor pomarańczowy — mimo że jest lepiej dostrzegany przy słabszym nasileniu świateł tła, może się mieszać z białymi, silniej oświetlonymi punktami stacji; z tego względu kolor ten jest stosowany w sygnałach ostrzegających.

Kolor niebieski — jako mniej wyraźny — stosuje się w sygnalizacji manewrowej, gdyż jest wystarczająco dostrzegalny z bliskich odległości.

Kolor zielony jest kolorem ciepłym, spokojnym, łagodnym, sygnalizuje zezwolenie na jazdę pociągu.

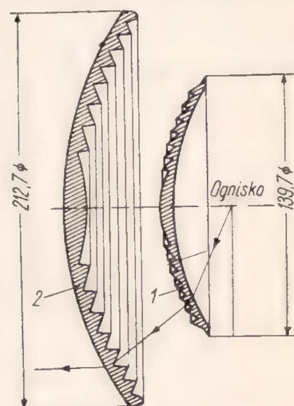
Kolor światła zależy nie tylko od zabarwienia filtrów (soczewek), lecz i od temperatury żarnika, która dla żarówek wynosi od 2500 do 2700°C.

Układ soczewek w komorze sygnałowej jest podany na rysunku IV-6. Wew-

nętrzna soczewka (mniejsza) ma schodki po stronie wypukłej i jest zabarwiona na odpowiedni kolor.

Zewnętrzna bezbarwna soczewka (większa) ma schodki od strony wewnętrznej i sektor odchylający.

Obydwie soczewki są umieszczone na głównej osi optycznej i ustawione w płaszczyznach równoległych względem siebie. Promienie wychodzące ze źródła światła, umieszczonego dokładnie w ognisku, są przez barwną soczewkę skupiane w kącie przestrzennym (około 130°) i rzucane na większą soczewkę, która skupiając je dalej nadaje im kierunek prawie równoległy do osi optycznej. Obie soczewki są soczewkami skupiającymi.



Rys. IV-6. Układ soczewek schodkowych w komorze sygnałowej
1 — soczewka mniejsza (wewnętrzna), *2* — soczewka większa (zewnętrzna)

Charakter skupiający nadają soczewce schodki (pierścienie skupiające), utworzone na wewnętrznej powierzchni soczewki większej, jak również schodki na zewnętrznej powierzchni soczewki mniejszej. Przy stałym promieniu krzywizny kąt załamania się promieni skupiających (w kierunku do osi optycznej) jest zależny od:
— kąta, jaki tworzą między sobą schodki,
— grubości soczewki,
— miejsca usytuowania schodków.

Kąt załamania się promieni jest większy, gdy schodki utworzone są na wewnętrznej stronie soczewki.

Układ optyczny sygnalizatora umożliwia uzyskanie dużego strumienia świetlnego odpowiedniej światłości, jeżeli:
— zachowana będzie odległość między soczewkami (mniejszą i większą), przy której ilość promieni padających na wewnętrzną stronę soczewki większej będzie równa ilości promieni wychodzących z soczewki mniejszej,
— żarnik żarówki (źródło światła) będzie się znajdował w ognisku rzeczywistym soczewki mniejszej,
— żarówka będzie zasilana nominalnym napięciem przy nominalnej mocy.

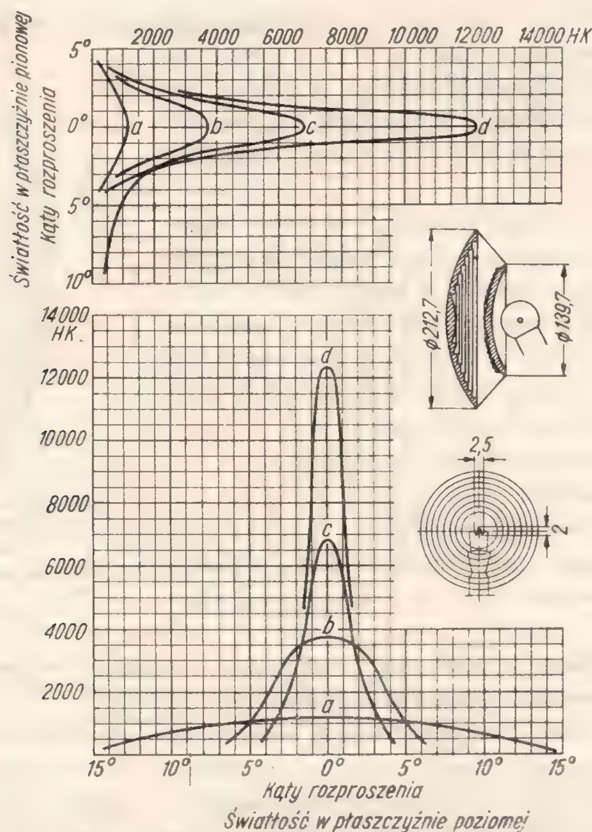
Sprawność tego układu optycznego jest dość duża: strumień wychodzący na zewnątrz układu stanowi około 37% strumienia wysyłanego ze źródła światła.

Na rysunku IV-7 podano teoretyczne krzywe światłości dla różnych soczewek zewnętrznych. Krzywe te wskazują światłość omawianego układu optycznego w płaszczyźnie poziomej oraz w płaszczyźnie pionowej. Jak z rysunku wynika, największa światłość zarówno dla rozproszenia pionowego jak i poziomego wynosi 12 000 HK. Jest to jednostka światłości przyjęta w Niemczech i krajach skandynawskich tzw. świeca hefnerowska; świeca międzynarodowa = 1,11 HK, a 1 HK = 0,9 luksów (lumenów/m^2).

Układ optyczny światła zielonego w komorze sygnalizatora świetlnego jest pokazany na rysunku IV-8. Dla nadania sygnałom świetlnym odpowiedniej

barwy soczewka wewnętrzna (mniejsza) jest zabarwiona na odpowiedni kolor i stanowi jednocześnie filtr sygnałowy w układzie optycznym sygnalizatora świetlnego.

Filtrem nazywamy ciała, które wskutek pochłaniania części strumienia świetlnego zmieniają skład widmowy i natężenie przechodzącego przezeń strumienia światła.



Rys. IV-7. Krzywe światłości przy różnych soczewkach zewnętrznych

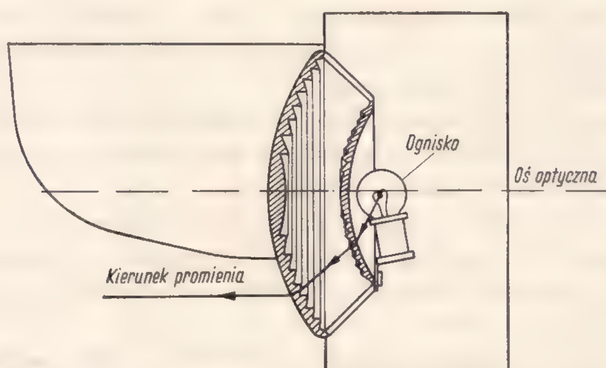
a — soczewka rozpraszająca 30°, *b* — soczewka rozpraszająca 8°, *c* — soczewka skupiająca z sektorem rozpraszającym, *d* — soczewka skupiająca

W filtrach barwnych następuje pochłanianie widma całkowite lub częściowe. W filtrach obojętnych (szarych) następuje osłabienie przechodzącego światła bez zmiany jego układu widmowego.

Odczuwalny kontrast między barwami nazywa się tonem. Wrażenia barwne, w których rozróżnia się ton, nazywają się barwami chromatycznymi (kolorowymi), pozostałe zaś — barwami achromatycznymi niekolorowymi.

Zarządy kolejowe różnych państw dopuszczają różne granice w kierunku zawężenia lub poszerzenia pola chromatyczności dla poszczególnych barw w zależności od możliwości produkcyjnych przemysłu szklarskiego, stosowanych układów optycznych oraz innych warunków techniczno-ruchowych.

Światło pochodzące z żarnika żarówki sygnałowej składa się z wielu składników stanowiących ciąg fal o różnej długości. Każdej długości fali odpowiada pewna barwa, przechodząca stopniowo jedna w drugą. Oko ludzkie nie spostrzega jednak granicy pomiędzy poszczególnymi barwami światła, ponieważ długość fali światła widzialnego (około 1/20 000 cm) jest bardzo mała w stosunku do szerokości zwykle obserwowanych wiązek świetlnych. Analiza światła (rozkład światła na poszczególne barwy) odbywa się za pomocą pryzmatu szklanego, a obraz otrzymany po wyjściu przez pryzmat stanowi rozciągnięty pas barwny, zwany widmem. Czerwony kraniec widma tworzą promienie najmniej odchylone przez pryzmat, fioletowy — promienie odchylone najsilniej. Pozostałe barwy



Rys. IV-8. Układ optyczny w komorze światła zielonego

mieszczą się pomiędzy tymi granicami i nie są rozdzielone wyraźnymi literami. W widmie światła białego (uzyskanego przez jego rozszczepienie) wyróżnia się barwy: czerwoną, pomarańczową, żółtą, zieloną, niebieską i fioletową.

Fale czerwone są najdłuższe ze wszystkich, jakie dostrzegamy w widmie. Drugi kraniec widma tworzą fale fioletowe — najkrótsze.

W układzie optycznym sygnalizatora strumień świetlny wysyłany przez żarnik żarówki pada na soczewkę barwną wewnętrzną (mniejszą), a przechodzą przez nią tylko promienie o barwie, jaką ma soczewka. Dlatego też soczewka ta nazywa się filtrem sygnałowym.

Po przejściu przez filtr sygnałowy, a następnie przez soczewkę zewnętrzną (większą) zabarwione promienie świetlne są wysyłane w postaci strumienia świetlnego o odpowiednio skupionej wiązce promieni świetlnych. Jeśli mniejsza soczewka jest bezbarwna, to promienie przechodzące przez soczewkę większą sygnalizatora mają barwę światła wysyłaną przez żarnik żarówki. Strumień świetlny utworzony przez te promienie stanowi obraz jednakowo zabarwiony. Nie zachodzi tu zjawisko tzw. aberacji chromatycznej, polegające na otrzymaniu wyrazu niewyraźnego z charakterystycznymi obwódkami barwnymi, zmniejszającymi ostrość obrazu.

Zjawisko aberracji chromatycznej zachodzi przy zwykłych soczewkach. Soczewki sygnałowe natomiast (zarówno mniejsze jak i większe) są achroma-

tyczne (nie wywołują zjawiska aberracji chromatycznej), ponieważ mają specjalny kształt, nadany im przez schodki wykonane na powierzchni soczewek.

Źródło światła odgrywa zasadniczą rolę w układach sygnałowych. Zarówno własności fotometryczne jak i kolorometryczne układów sygnałowych są zależne od temperatury barwowej źródła światła. Ze wzrostem temperatury barwowej źródła światła, barwa sygnału (filtru barwnego ze szkła taflowego bądź barwnej soczewki) ulega zmianie, np. filtr o barwie czerwonej dla temperatury barwowej źródła światła w nowych warunkach przy wyższej temperaturze barwowej — a więc po przyłożeniu wyższego napięcia zasilania — będzie miał barwę zmierzającą w kierunku barw pomarańczowych o nasyceniu zbliżającym się w kierunku barwy białej.

To zagadnienie jest szczególnie istotne dla sygnałów o barwie czerwonej, gdzie zbyt duży przyrost napięcia zasilającego może spowodować zmianę barwy sygnału z czerwonej na pomarańczową.

Skuteczność świetlna sygnału przy określonym źródle światła jest zależna od przepuszczalności filtrów sygnałowych przy zachowaniu pozostałych warunków konstrukcyjnych układu optycznego.

Przepuszczalność filtrów sygnałowych jest ściśle związana: z gatunkiem szkła stosowanego do produkcji filtrów, ze sposobem formowania filtrów, z gładkością powierzchni filtru, z barwą filtru i z wartością nasycenia barwą (intensywnością barwy filtru).

Całkowity współczynnik przepuszczenia filtru barwnego stosowanego w urządzeniach sygnałowych z temperaturowymi źródłami światła jest z natury mały. Dlatego konieczne jest wybieranie tylko takiej grubości i gęstości barwowej filtru, jakie zapewniają wymaganą barwę. Zwiększenie grubości filtru lub gęstości barwnika wpływa dodatnio na rozróżnianie barw, lecz niekorzystnie oddziałuje na współczynnik przepuszczania, pomniejszając go, a więc pogarsza skuteczność świetlną sygnału.

4. Konstrukcja urządzeń sygnalizatorów świetlnych

Zależnie od sposobu umocowania głowicy sygnałowej semafory i tarcze sygnałowe świetlne mogą być wykonane jako:

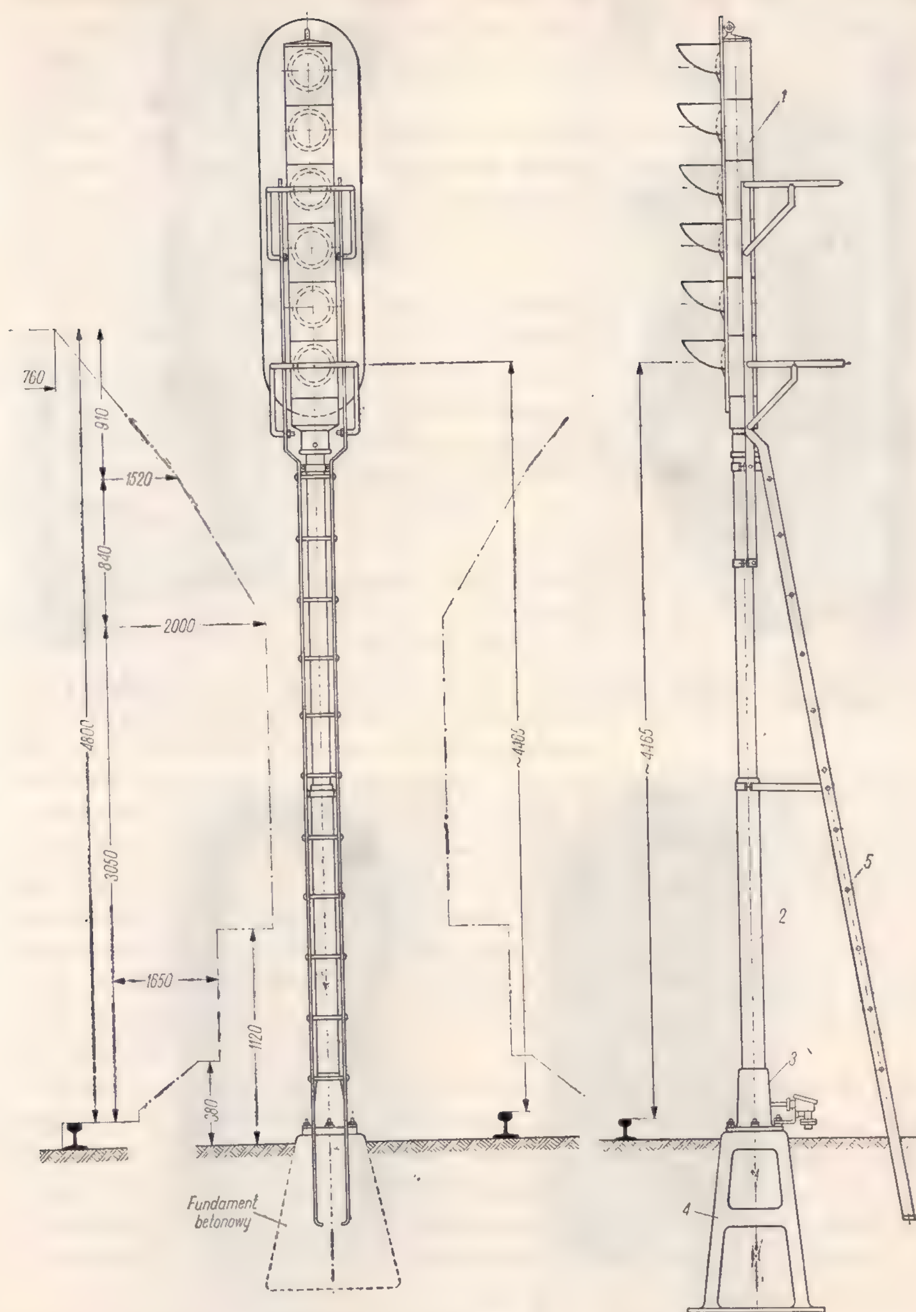
— słupowe — w przypadku umocowania głowicy na słupie (rys. IV-9);

— mostkowe — jeżeli głowica sygnałowa jest przymocowana do konstrukcji mostkowej lub specjalnej konstrukcji nośnej ustawionej nad torami, a służącej tylko do zawieszania na niej sygnałów (rys. IV-10);

— wysięgnikowe — w przypadku umocowania głowicy na specjalnym wysięgniku (konsoli) przymocowanym do oddzielnego słupa lub do ściany w tunelu albo do słupa trakcyjnego (rys. IV-11);

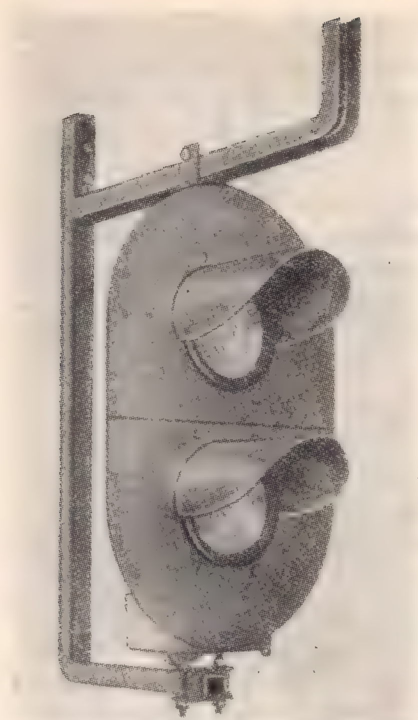
— karzełkowe — gdy głowica sygnału jest zmontowana bezpośrednio na fundamencie betonowym lub staliwnym.

Głowica semafora (rys. IV-12a i b) jest zmontowana z kilku ($1 \div 6$) kompletnych komór sygnałowych złączonych dokładnie w całość za pomocą śrub i osa-

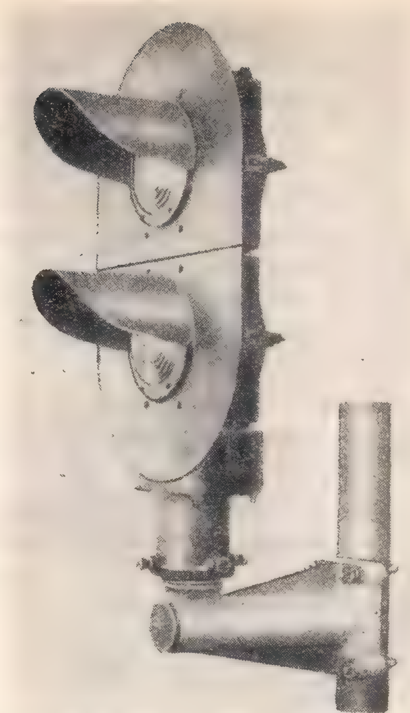


Rys. IV-9. Główne części semafora świetlnego z głowicą umocowaną na słupie

1 — głowica semafora, *2* — słup semafora, *3* — podstawa staliwna, *4* — fundament staliwny, *5* — drabina

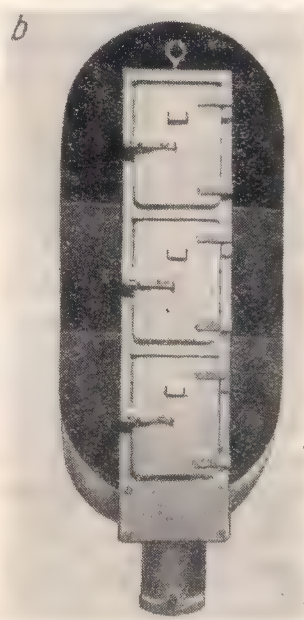


Rys. IV-10. Głowica sygnałowa umieszczona na konstrukcji nośnej nad torami



Rys. IV-11. Głowica sygnałowa przymocowana do wysięgnika na słupie rurowym





Rys. IV-12. Ogólny widok głowicy semafora trzykomorowego
a — widok z przodu, *b* — widok z tyłu

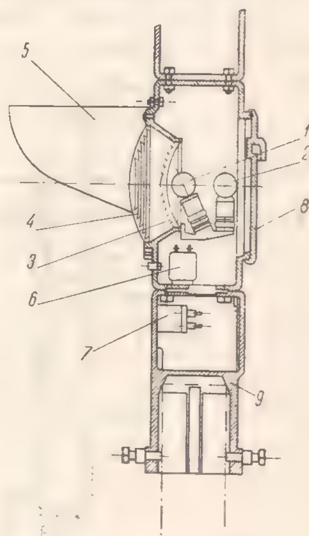
dzonych na słupie. Każda z komór, wykonana jako skrzynia staliwna, ma wewnątrz układ optyczny, a zewnątrz — daszek ochronny i drzwiczki (rys. IV-13).

Liczba komór sygnałowych zależy od liczby świateł semafora lub tarczy świetlnej. Osie optyczne poszczególnych komór sygnałowych powinny być względem siebie równoległe.

Układ optyczny semafora świetlnego, umieszczony wewnątrz każdej komory, składa się z żarówki stanowiącej źródło światła, barwnej lub przezroczystej soczewki wewnętrznej, bezbarwnej soczewki zewnętrznej oraz transformatora sygnałowego obniżającego napięcie.

Żarówka główna o mocy 24 W jest przystosowana na napięcie 12 V. W komorach sygnałowych światła czerwonego, niebieskiego, jak również w niektórych komorach światła pomarańczowego, stosuje się ponadto żarówkę rezerwową o mocy 12 W, przystosowaną również na napięcie 12 V i połączoną szeregowo z opornikiem 2 Ω, 10 W.

W bocznej ścianie każdej komory był dawniej otwór wentylacyjny zabezpieczony siatką. Obecnie otwory wentylacyjne znajdują się w drzwiczkach poszczególnych komór. Komorę zamykają z tyłu szczelne drzwiczki, zapewniające dostęp do jej wnętrza; umożliwia to oczyszczanie komory, regulowanie układu optycznego oraz wymianę żarówek. Drzwiczki te są zamykane na kłódkę.



Rys. IV-13. Komora sygnałowa z układem optycznym

1 — żarówka główna, 2 — żarówka rezerwowa, 3 — soczewka kolorowa, 4 — soczewka bezbarwna, 5 — daszek ochronny, 6 — transformator sygnałowy, 7 — listwa zaciskowa, 8 — drzwiczki, 9 — podstawa głowicy

Podstawa głowicy jest osadzona na słupie rurowym lub na wysięgniku. W podstawie tej znajduje się listwa zaciskowa, do której są doprowadzone przewody z poszczególnych komór. Po ustawieniu semafora w terenie, położenie głowicy reguluje się w odpowiednim kierunku za pomocą lunetki umieszczanej zwykle w dolnej komorze głowicy. Regulowanie polega na obracaniu całej głowicy i unieruchomieniu jej w żądanym kierunku za pomocą śrub.

Każda komora ma w przedniej ściance duży otwór świetlny, w którym umieszcza się zespół soczewek. Nad otworem świetlnym każdej komory sygnałowej znajduje się blaszany daszek ochronny, osłaniający soczewkę od zasypania śniegiem, a ponadto umożliwiający lepszą widoczność sygnału na tle obcych promieni świetlnych (słonecznych, innych źródeł światła), które padając na soczewkę sygnałową mogłyby wywołać obraz fałszywego sygnału.

Głowice sygnalizatorów są zaopatrzone w ciemne tarcze tłowe, które zwiększają widoczność podawanych sygnałów.

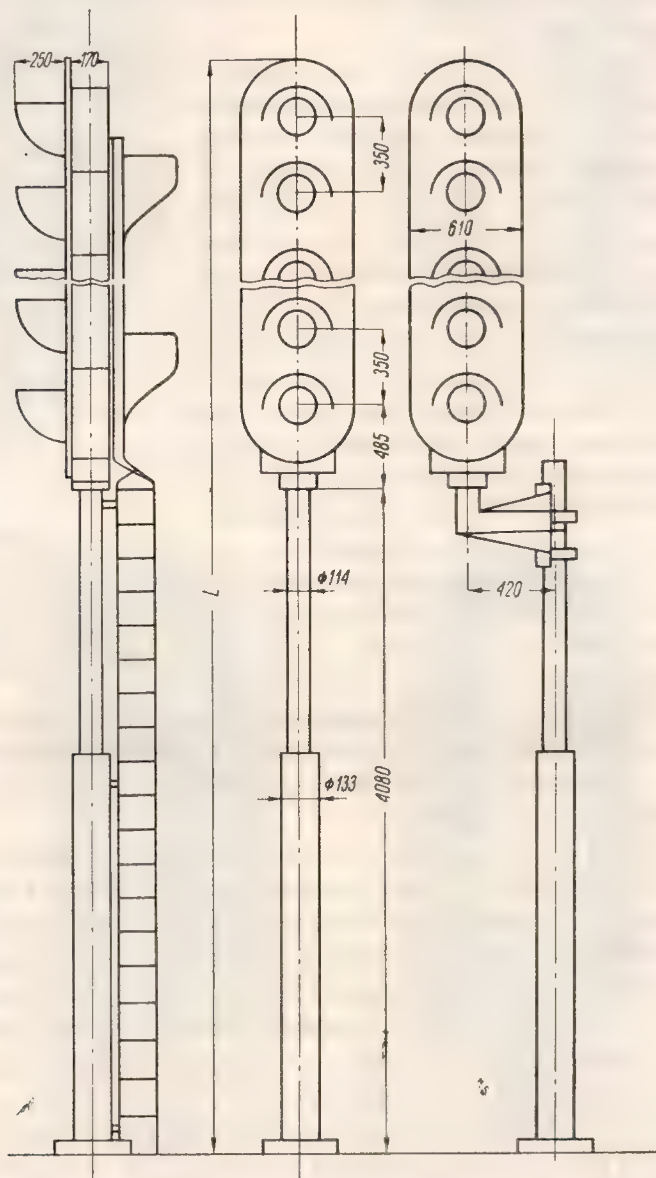
Słup sygnalizatora dla 1 do 3 komór jest wykonany z rury stalowej o średnicy zewnętrznej 114 mm, co przy zachowaniu przepisowej skrajni dla stacji zezwala na swobodne umieszczenie go na międzytorzu o szerokości 4500 mm.

Przy sygnalizatorach 4- do 6-komorowych stosuje się słupy sygnałowe wzmocnionej konstrukcji, które w części dolnej mają średnicę 133 mm, spłaszczoną i przystosowaną do odstępu między skrajniami 100 mm.

Słup semafora z nasadzoną na nim głowicą umocowuje się w podstawie stalowej, którą przyśrubowuje się do fundamentu staliwnego lub betonowego.

Obecnie są instalowane przy słupach sygnalizatorów drabinki, siatki ochronne (kosze) oraz wysięgniki latarniowe (konsole).

Zróżnicowanie słupów sygnałowych wraz z drabinami i wysięgnikami oraz



Rys. IV-14. Zasadnicze wymiary obecnie stosowanych słupów sygnalizatorów

fundamentami w dotychczasowym rozwiązaniu konstrukcyjnym latarni sygnałowych jest niezbędne. Ciężar bowiem głowicy sygnałowej z trzema komorami świateł wynosi 119 kG, ciężar zaś głowicy z 6-komorami — 194 kG.

Ponadto konstrukcja słupa stalowego obliczona jest na dodatkowe obciążenia pochodzące od rezerwowej latarni naftowej, parcia wiatru oraz częściowo od obciążeń powodowanych obecnością montera na słupie.

Po wprowadzeniu na PKP nowej sygnalizacji słupy sygnałowe są dodatkowo obciążone latarniami, tzw. pasami świetlnymi ze światłem zielonym, i wówczas ciężar głowicy z jednym pasem waha się w granicach około 200 kG.

Zasadnicze wymiary obecnie stosowanych słupów sygnalizatorów z latarniami sygnałów świetlnych oraz ich ciężary ilustruje rysunek IV-14 i tablica IV-1.

Tablica IV-1

Wymiary i ciężar produkowanych słupów stalowych dla sygnalizatorów

Liczba komór	1	2	3	4	5	6
Długość [mm]	4870	5220	5570	5920	6270	6620
Ciężar latarni sygnałowej [kG]	67	94	119	144	169	194
Ciężar drabiny dla słupa o przekroju prostokątnym [kG]	40	41	42	43	44	46
Ciężar drabiny dla wysięgnika [kG]	41	42	43	44	45	47

Na liniach zelektryfikowanych głowice semaforów montuje się niekiedy na odpowiednich wysięgnikach przymocowanych do słupów trakcyjnych. Nad głowicami takich semaforów umieszcza się specjalne osłony, które zapobiegają dotknięciu drutu jezdnego podczas wykonywania czynności konserwacyjnych. Umieszczanie głowic sygnałowych na słupach trakcyjnych jest korzystne ze względu na oszczędność słupów, podstaw i fundamentów. Wadą takiego umieszczenia sygnałów jest utrudniona konserwacja.

Głowica semafora umieszczonego na słupie trakcji elektrycznej powinna być tak wysunięta, aby konstrukcje tych słupów nie przesłaniały świateł sygnałowych.

Głowice słupowe umieszcza się na takiej wysokości, aby najniższe światło sygnałowe znajdowało się co najmniej 3 500 mm nad główką szyny, wtedy bowiem strumień świateł sygnałowych znajdzie się na wysokości oczu maszynisty. Ze względu na stosunkowo małe rozproszenie boczne świateł sygnałowych — mając przede wszystkim na uwadze widoczność świateł — semafory i tarcze umieszcza się możliwie jak najbliżej osi toru, nie naruszając jednak ustalonej skrajni budowli.

Słupy półsamoczynnych semaforów świetlnych (ustawionych na stacjach) oraz tarcz świetlnych są pomalowane zwykle w poziome pasy biało-czerwone, a słupy semaforów samoczynnych — na kolor biały. Poniżej głowicy semafora,

na jej podstawie zaciskowej umieszcza się tablicę z nazwą (literą) semafora lub tarczy, np. $A^{1/2}$, B^2, G^m itp.

Jeśli stosuje się semafory świetlne karzełkowe umieszczone na podstawie, to tarczę tłową lub głowicę tego semafora maluje się na przemian w poziome pasy białe i czerwone w taki sposób, aby pas czerwony był między białymi.

W razie zawieszenia głowicy sygnałowej nad osią toru, należy umieścić nad głowicą pas z blachy o szerokości 100 mm i pomalować go tak na przemian w poziome pasy białe i czerwone, aby pas czerwony był między białymi.

Semafory świetlne nie oddane do użytku lub unieważnione nie mogą być oświetlane, a oznaczone są przez umieszczenie ukośnego krzyża pod głowicą semafora.

Tarcze ostrzegawcze świetlne nie oddane do użytku lub unieważnione oznacza się tak samo jak semafory świetlne.

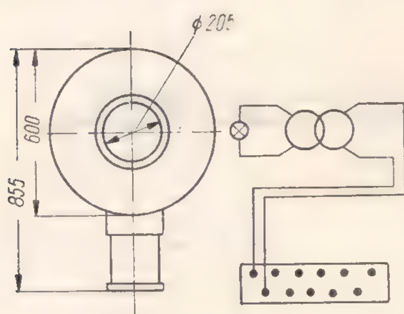
Niekiedy głowice sygnalizatorów, zwłaszcza głowice tarcz świetlnych, umieszcza się bezpośrednio na fundamencie betonowym. W taki sposób umieszcza się głównie tarcze zaporowe, manewrowe i sygnały powtarzające. Karzełkowe semafory świetlne wyjazdowe mogą być stosowane tylko w przypadkach wyjątkowych i tylko przy torach głównych dodatkowych, po których nie przejeżdżają pociągi bez zatrzymania.

Rys. IV-15. Tarcza zaporowa starszego typu osadzona na fundamencie betonowym

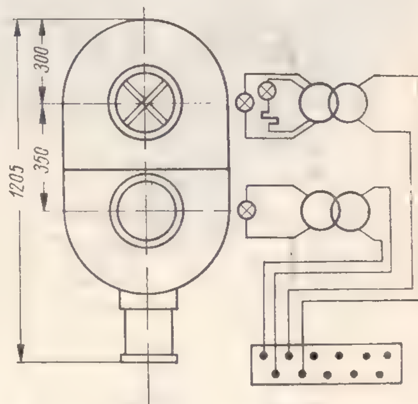
Głowicę semafora karzełkowego ustawia się na fundamencie betonowym (rys. IV-15) w położeniu odchylonym w tył w taki sposób, aby strumień świetlny światła sygnałowego był skierowany w górę, pod kątem od 5 do 7° od poziomu; zapewnia to lepszą widoczność sygnału ze stanowiska maszynisty.

Rysunek IV-16 podaje niektóre wymiary oraz wewnętrzne połączenia z przyłączeniem do listwy zaciskowej jednokomorowej głowicy z białym światłem, używanej jako wskaźnik W3.

Głowicę dwukomorową stosuje się jako semafor dwustawny zezwalający na jazdę bez zmniejszania szybkości oraz jako dwustawną tarczę ostrzegawczą. Ponadto może być zastosowana jako świetlna tarcza manewrowa lub zaporowa.



Rys. IV-16. Schemat połączeń wewnętrznych jednokomorowego wskaźnika W3



Rys. IV-17. Schemat połączeń wewnętrznych dwukomorowej tarczy manewrowej świetlnej

Głowica dwukomorowa użyta jako semafor dwustawny w górnej komorze ma czerwone światło, a w dolnej — zielone. Jako tarcza ostrzegawcza dwustawna ma w górnej komorze światło pomarańczowe, a w dolnej — zielone. Zastosowana jako tarcza manewrowa w górnej komorze ma światło niebieskie, a w dolnej — białe (rys. IV-17). Przy użyciu jej jako tarczy zaporowej górna komora ma światło czerwone, a dolna — białe.

Trzykomorową głowicę stosuje się jako semafor trzystawny zezwalający na jazdę z normalną lub ze zmniejszoną szybkością. Semafor taki ma 2 skrajne światła zielone, a komora środkowa świeci światłem czerwonym (rys. IV-18) lub według nowej sygnalizacji komora najwyższa jest zielona, środkowa — czerwona i najniższa — pomarańczowa. Również jako trzykomorowe stosuje się sygnały powtarzające z tą różnicą, że górna komora ma światło pomarańczowe, środkowa — białe, a dolna — zielone.

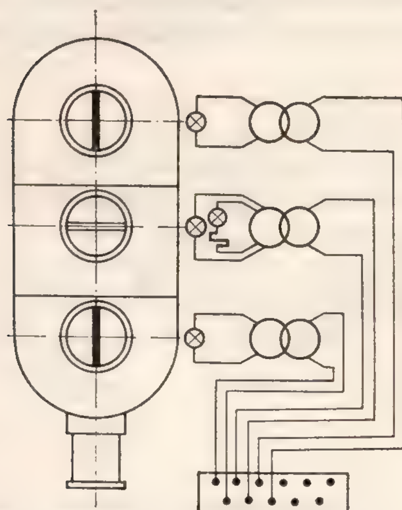
Semafory odstępowe na liniach z samoczynną blokadą liniową mają także głowice trzykomorowe, przy czym górna komora ma światło pomarańczowe, środkowa — czerwone, a dolna — zielone.

Semafory dwustawne z tarczą manewrową mają 3 komory, z których górna ma światło czerwone, środkowa — zielone, a dolna — białe. Trzystawna świetlna

tarcza ostrzegawcza ma w górnej i środkowej komorze światło pomarańczowe, a w dolnej — zielone.

Jako czterokomorowy jest stosowany semafor trzystawny z tarczą manewrową lub z sygnałem zastępczym: ma on w górnej komorze światło zielone, drugie od góry — światło czerwone, trzecie — znów światło zielone i w najniższej komorze — białe.

Pięciokomorowy semafor świetlny ma 4 komory do sygnalizowania światłami barwnymi i jedną — światłem białym. Najwyższa komora i trzecia od góry



Rys. IV-18. Schemat połączeń wewnętrznych semafora trzykomorowego

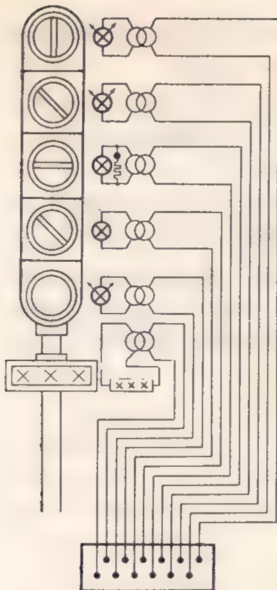
mają światło pomarańczowe, druga od góry — światło czerwone, a najniższa — zielone. Druga od dołu komora w razie potrzeby świeci światłem białym przerywanym; jest używana jako sygnał zastępczy. Światło białe może być użyte również jako tarcza manewrowa; wówczas świeci światłem ciągłym (nie przerywanym).

Głowica semafora może również się składać z 6 komór. Komory pierwsza i trzecia od góry mają światło pomarańczowe, druga od góry — czerwone. Druga komora od dołu ma światło matowobiałe migające lub stałe albo nie ma układu optycznego i jest zamknięta blaszaną pokrywą. Komory najniższa i trzecia od dołu mają światło zielone.

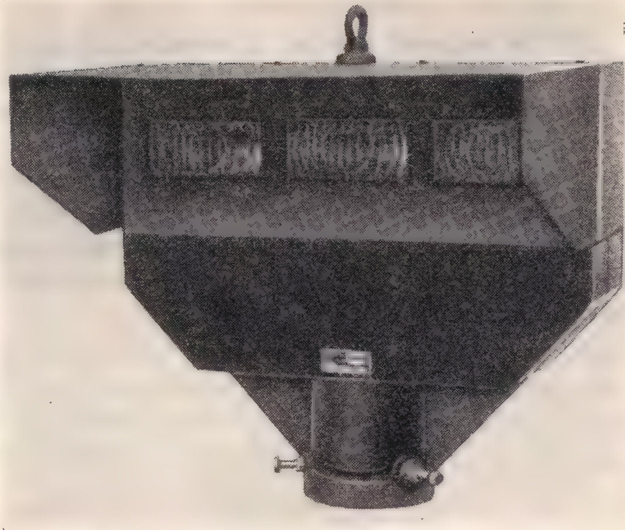
Stosowana obecnie na PKP nowa sygnalizacja wykorzystuje semafory z komorami świetlnymi, których największa liczba wynosi 5, i z jednym pasem zielonym (rys. IV-19 i IV-20).

Głowica tarczy zaporowej starszego typu jest pokazana na rysunku IV-21. Układ świateł jest tak pomyślany, że w obu przypadkach lewe światło świeci się stale, a w zależności od potrzeby wskazania sygnału zaświeca się jedno z 2 pozostałych świateł.

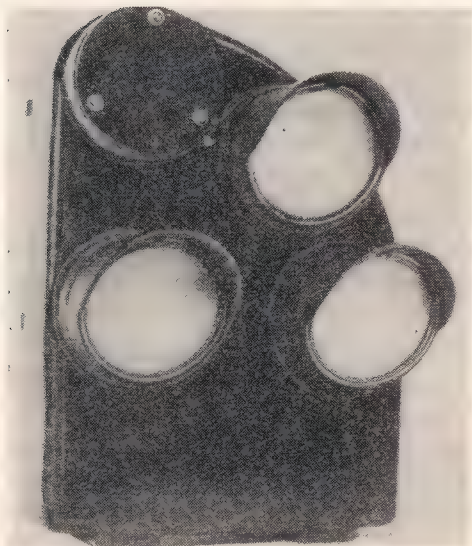
Tarcze te są wykonane w postaci staliwnej skrzyni prostokątnej o ściętym prawym górnym narożu. W przedniej ścianie znajdują się 4 otwory, z których 3



Rys. IV-19. Schemat połączeń wewnętrznych semafora pięciokomorowego z jednym poziomym pasem zielonym



Rys. IV-20. Komora jednego pasa zielonego



Rys. IV-21. Głowica tarczy zaporowej w starszym wykonaniu



Rys. IV-22. Podwójna głowica sygnałowa semafora karzełkowego

z soczewkami o średnicy 100 mm służą do sygnalizowania, a czwarty (górny) otwór jest zasłonięty blaszaną pokrywą.

Soczewki w otworach zasłonięte są od zewnątrz matowobiałymi szkłami; nad każdym otworem świetlnym znajduje się staliwny daszek.

Tarcza zaporowa nowszej konstrukcji ma głowicę złożoną z dwóch komór: górna dla światła czerwonego, a dolna dla matowobiałego. Z wyglądu zewnętrznego tarcza ta jest pdobna do tarczy manewrowej.

Sygnalizator karzełkowy z podwójną głowicą jest pokazany na rysunku IV-22. Sygnalizatory tego typu są ustawiane również na normalnych słupach sygnałowych i są stosowane najczęściej na stacjach wówczas, gdy zachodzi potrzeba ustawienia takiego semafora na peronie i gdy powinien odnosić się on do toru, przy którym został ustawiony, oraz do sąsiedniego toru z lewej strony w kierunku jazdy.

V. ELEKTRYCZNE NAPĘDY ZWROTNICOWE

1. Wiadomości ogólne

Elektryczny napęd zwrotnicowy służy do nastawiania zwrotnicy z jednego położenia w drugie i do pewnego zamykania jej w krańcowych położeniach. Ponadto do jego zadań należy przekazywanie do nastawni informacji o położeniu zwrotnicy. Elektryczny napęd zwrotnicowy służy również do przestawiania wykojelnic.

Napęd zwrotnicowy powinien być tak skonstruowany, aby w razie rozprucia zwrotnicy nie został uszkodzony i po rozpruciu powinien umożliwiać jak najszybsze przystosowanie zwrotnicy do normalnej pracy. W czasie nastawiania zwrotnicy napęd powinien umożliwiać w każdej chwili jej powrót do położenia pierwotnego.

Napęd powinien być trwale połączony ze zwrotnicą i tak przymocowany do podrozjazdnic, aby wstrząsy pochodzące od przejeżdżającego taboru nie przenosiły się na napęd. Konstrukcja napędu powinna umożliwiać umocowanie napędu po jednej jak i po drugiej stronie zwrotnicy bez żadnych dodatkowych przeróbek warsztatowych.

Każdy napęd powinien mieć zapewniony łatwy dostęp do poszczególnych jego części lub wymianę całego napędu. Konstrukcja napędu powinna umożliwiać w razie potrzeby jego ręczne obsługiwanie za pomocą specjalnej korby. Napęd powinien być osłonięty specjalną obudową chroniącą wnętrze przed zanieczyszczeniem, wpływami atmosferycznymi oraz uszkodzeniami mechanicznymi. Styki muszą mieć taką konstrukcję, aby było zapewnione jak najmniejsze iskrzenie i samoczynne czyszczenie styków.

Pręty łączące napęd ze zwrotnicą nie mogą być regulowane po oddaniu napędu do eksploatacji, lecz w czasie jego montażu.

Siła nastawcza napędów waha się w granicach od 200 do 500 kG. Czas nastawiania zwrotnicy jest różny, przy czym w urządzeniach stacyjnych waha się on od 1,5 do 3 s, a na górkach rozrządowych wynosi około 0,5 s. Przez siłę nastawczą rozumie się zdolność pokonania oporów występujących na pręcie nastawczym.

W eksploatacji na PKP spotyka się dwa typy napędów zwrotnicowych; tzw. typ lekki (A) o sile nastawczej 250 kG oraz typ ciężki (B) o sile nastawczej

500 kG. Jeden i drugi rodzaj napędu może być przystosowany po wprowadzeniu niezbędnych przeróbek do nastawiania zwrotnic w skróconym czasie.

Napęd typu lekkiego waży około 190 kG, a typu ciężkiego około 300 kG. Napędy typu A były produkowane w okresie międzywojennym, obecnie są produkowane tylko napędy typu B.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w próbach znajduje się nowy typ napędu, skonstruowany w Zakładach Wytwórczych Urządzeń Sygnalizacyjnych w Wełnowcu, i zapewne w niedługim czasie zostanie wypróbowany oraz oddany do eksploatacji.

2. Elektryczny napęd zwrotnicowy typu lekkiego (A)

Elektryczny napęd zwrotnicowy typu lekkiego (rys. V-1) ma następujące właściwości:

— silnik elektryczny napędu może być zasilany prądem stałym z baterii o napięciu 136 V lub prądem zmiennym — z sieci o napięciu 220 V,

— napęd może być wykonany z urządzeniem do kontroli iglic lub bez tego urządzenia.

Elektryczny napęd typu lekkiego składa się z: silnika elektrycznego, urządzenia sterującego, sprzęgła ciernego, przekładni mechanicznej i obudowy. Konstrukcja tego napędu jest przystosowana do nastawiania zwrotnic wyposażonych w zamknięcia nastawcze hakowe lub suwakowe.

a. Silnik elektryczny

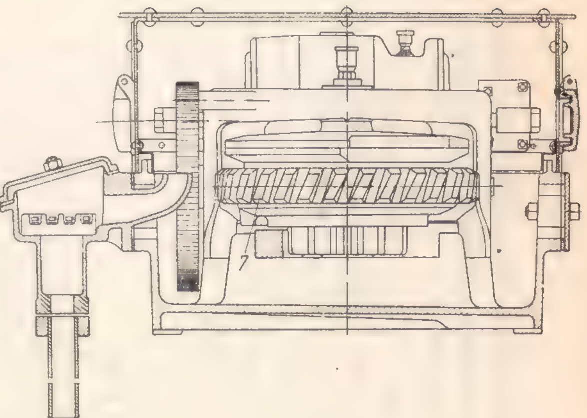
Zastosowany do napędu silnik jest silnikiem elektrycznym szeregowym o budowie zamkniętej, nadającym się tu szczególnie ze względu na duży moment rozruchowy.

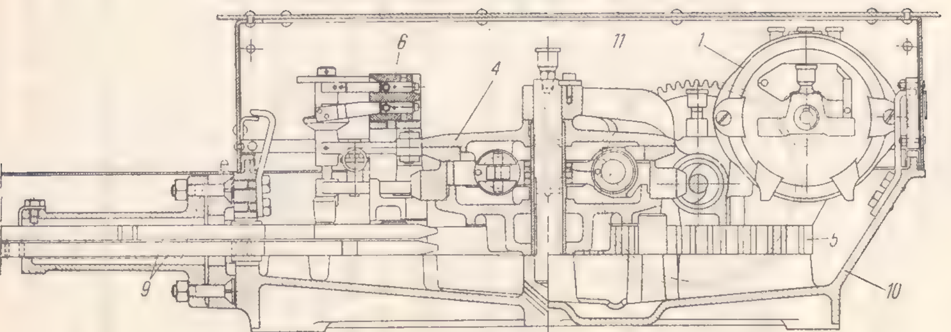
Znamionowa moc silnika $P = 0{,}5$ KM, przy $n = 1800$ do 2500 obrotów na minutę przy biegu luzem i napięciu na jego zaciskach $U = 120$ V. Silnik jest najczęściej zasilany z baterii akumulatorów o napięciu 120 do 136 V. Przy nominalnym obciążeniu prąd pobierany wynosi od 3 do 5 A. W momencie rozruchu prąd jest znacznie większy i dochodzi niekiedy do 10 A. Czas potrzebny do nastawienia zwrotnicy powinien być możliwie jak najkrótszy i wynosi średnio: dla zwrotnicy zwyczajnej pojedynczej od 1,5 do 2 s, a dla zwrotnicy krzyżowej od 2 do 3 s; czasy te zależą od oporów, jakie stawia zwrotnica zależnie od jakości utrzymania i częstości nastawiania zwrotnicy. Współczynnik sprawności napędu wynosi około 50%.

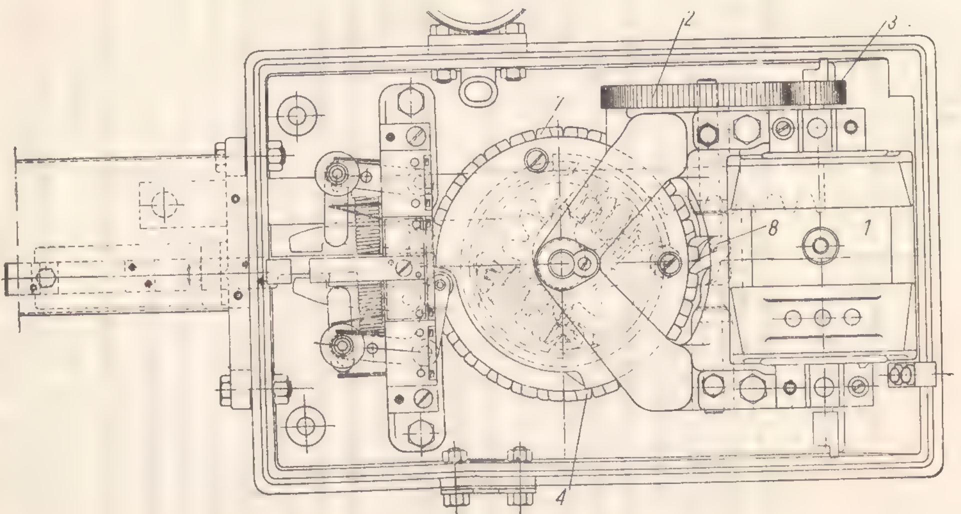
Uzwojenia wzbudzające silnika na prąd stały są nawinięte w przeciwnych kierunkach i wyprowadzone na zewnątrz do 3 zacisków, umieszczonych na wierzchu kadłuba silnika.

W zależności od tego, do którego uzwojenia wzbudzającego jest włączone zasilanie, silnik obraca się w lewo lub w prawo.

Kierunek obrotu silnika może być zmieniony przez przełożenie dźwigni zwrotnicowej lub naciśnięcie przycisku w nastawnicy.





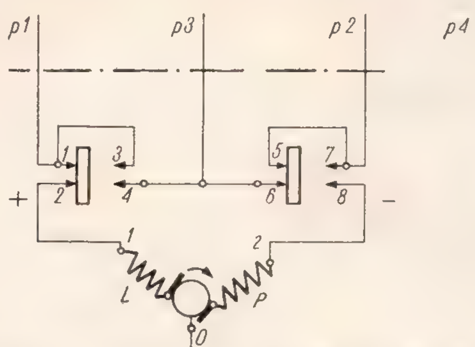


Rys. V-1.
Elektryczny napęd zwrotnicowy typu lekkiego

1 — silnik, *2*, *3* — przekładnia, *4* — sprzęgło, *5* — suwak nastawczy, *6* — stojak z urządzeniami sterującymi, *7* — ślimacznica, *8* — ślimak, *9* — suwaki kontrolne, *10* — kadłub napędu, *11* — pokrywa

Jeśli prąd nastawczy płynie od zacisku + przez lewe uzwojenie wzbudzające *L*, wirnik, zacisk *0* i przewód *p4* do nastawni, to wirnik silnika obraca się w kierunku wskazanym strzałką (rys. V-2).

Natomiast gdy prąd płynie od zacisków — przez prawe uzwojenie wzbudzające *P*, wirnik, zacisk *0* i przewód *p4* do nastawni, wówczas wirnik zacznie obracać się w stronę przeciwną do poprzedniego kierunku obrotów.



Rys. V-2. Schemat połączeń i zestyków sterujących w elektrycznym napędzie zwrotnicowym typu lekkiego

P — prawe uzwojenie silnika, *L* — lewe uzwojenie silnika; *1*÷*8* — zestyki sterujące, *p* — przewody

Wadą tego silnika jest nadmierne zwiększanie liczby obrotów podczas biegu luzem; w czasie normalnej pracy silnik nie zwiększa obrotów, ponieważ napęd zwrotnicowy pracuje z zasady tylko pod obciążeniem; nie należy więc uruchamiać silnika bez obciążenia.

Po włączeniu prądu nastawczego silnik zaczyna się obracać, a obroty jego zostają przeniesione na przekładnię zębatą.

Silnik jest umocowany w napędzie za pomocą dwóch śrub, a sztywne jego osadzenie zapewniają dwa kołki stalowe. W razie potrzeby silnik może być wymieniony na inny silnik prądu stałego lub zmiennego, lecz tego samego typu co poprzedni.

Z uwagi na warunki, w jakich pracuje napęd, silnik musi być wodoszczelny.

Przedłużona oś silnika z jednej lub z obu stron ma zakończenia, na które może być nasadzona korba służąca do ręcznego nastawiania zwrotnicy na miejscu w razie braku prądu lub uszkodzenia obwodu nastawczego albo części elektrycznej silnika. Oba otwory na korby w bocznych ścianach pokrywy są zamykane ruchomymi pokrywkami, przymocowanymi zaciskowo do pokrywy napędu.

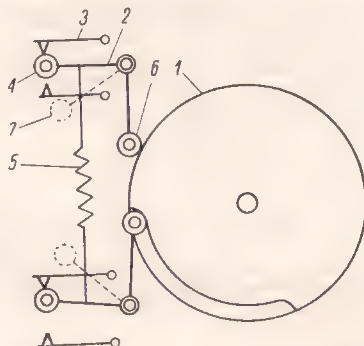
b. Urządzenie sterujące

Urządzenie sterujące jest jednym z najważniejszych elementów napędu przeznaczonym do:

— przełączania uzwojeń wzbudzających silnika w celu spowodowania zmiany kierunku obrotu silnika;

— wyłączania prądu nastawczego z uzwojeń silnika pod koniec nastawiania zwrotnicy i całkowitego przesunięcia iglic;
— wyłączania obwodu kontrolnego na czas nastawiania zwrotnicy;
— zamykania obwodu kontrolnego w krańcowym położeniu iglic;
— przygotowania obwodu nastawczego silnika do przeciwnego kierunku obrotów.

Urządzenie sterujące (rys. V-3) składa się z podstawy oraz z dwóch dźwigni sterujących *2*, ściągniętych sprężyną *5* i obracających się na pionowych osiach. Podstawa ze sprężynami stykowymi jest przymocowana do kadłuba napędu. Dźwignie sterujące są dwu- lub trzyramienne.



Rys. V-3. Schemat urządzenia sterującego napędu typu lekkiego

1 — tarcza sterująca sprzęgła ciernego,
2 — skrajne ramię dźwigni sterującej,
3 — sprężyna stykowa,
4 — tuleja stykowa,
5 — sprężyna ściągająca,
6 — rolka ślizgowa,
7 — środkowe ramię dźwigni sterującej z tulejką stykową

Na końcu jednego z ramion każdej dźwigni sterującej jest osadzona rolka ślizgowa *6*; na pozostałych ramionach znajdują się miedziane tulejki stykowe *4* odizolowane od części metalowych urządzenia sterującego, powodujące zwieranie bądź przerywanie sprężyn stykowych *3* obwodu prądu nastawczego lub kontrolnego — zależnie od położenia zwrotnicy i współpracującego z nią napędu.

Pod działaniem sprężyny *5* rolki ślizgowe *6* są dociskane do zewnętrznego obwodu tarczy sterującej sprzęgła ciernego *1*. W położeniu krańcowym napędu rolka ślizgowa jednej dźwigni sterującej jest zapadnięta w wycięciu tarczy sterującej, gdy tymczasem rolka drugiej dźwigni znajduje się na zewnętrznym obwodzie tej tarczy. Rolki służą nie tylko do sterowania stykami, lecz również do utrzymywania napędu, a zatem i iglic zwrotnicowych w krańcowych położeniach.

Jeżeli napęd zwrotnicowy pracuje w układzie elektrycznym pięcioprzewodowym (układ starego typu), to na ramieniu środkowym dźwigni jest osadzona druga tulejka stykowa.

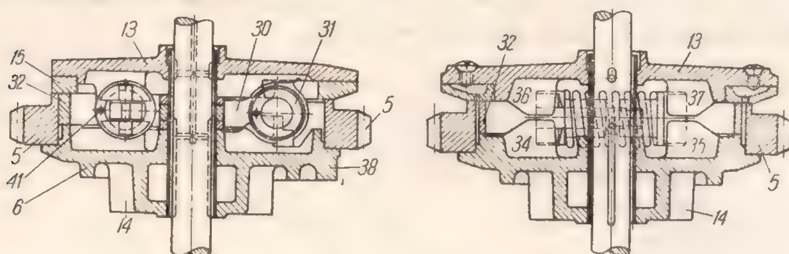
Do obu stron miedzianych tulejek przylegają 4 pary styków: *1—2*, *3—4*, *5—6* i *7—8*. W położeniu pokazanym na rysunku V-2 tulejki miedziane zwierają parami styki *1—2* i *5—6*. Do styków 1—*3* i *5—7* doprowadzone są przewody *p1* i *p2*, a do styków *4* i *6* — przewód *p3*. Od styków *2* i *8* przewody prowadzą do uzwojeń silnika przez jego zaciski *1* i *2*. Od napędu do nastawni prowadzi przewód powrotny *p4* do zacisków silnika.

Warunkiem koniecznym należytej pracy urządzenia sterującego jest szybkie rozwieranie się styków, łączących na zmianę przewody obwodów prądu na-

stawczego *1—2* i *7—8*, przy końcu każdego przestawiania zwrotnicy. Migowe przełączanie styków osiągnięte jest przez silnie napiętą sprężynę ściągającą dźwignie sterujące oraz przez strome krawędzie wycięcia w tarczy sterującej.

c. Sprzęgło cierne

Sprzęgło cierne napędu elektrycznego typu lekkiego (rys. V-4) działa na zasadzie docisku płaszczyzn ciernych za pomocą sprężyn spiralnych. Wielkość siły docisku reguluje się odpowiednio dobranymi sprężynami sprzęgła.



Rys. V-4. Budowa sprzęgła ciernego elektrycznego napędu zwrotnicowego typu lekkiego (przekroje)

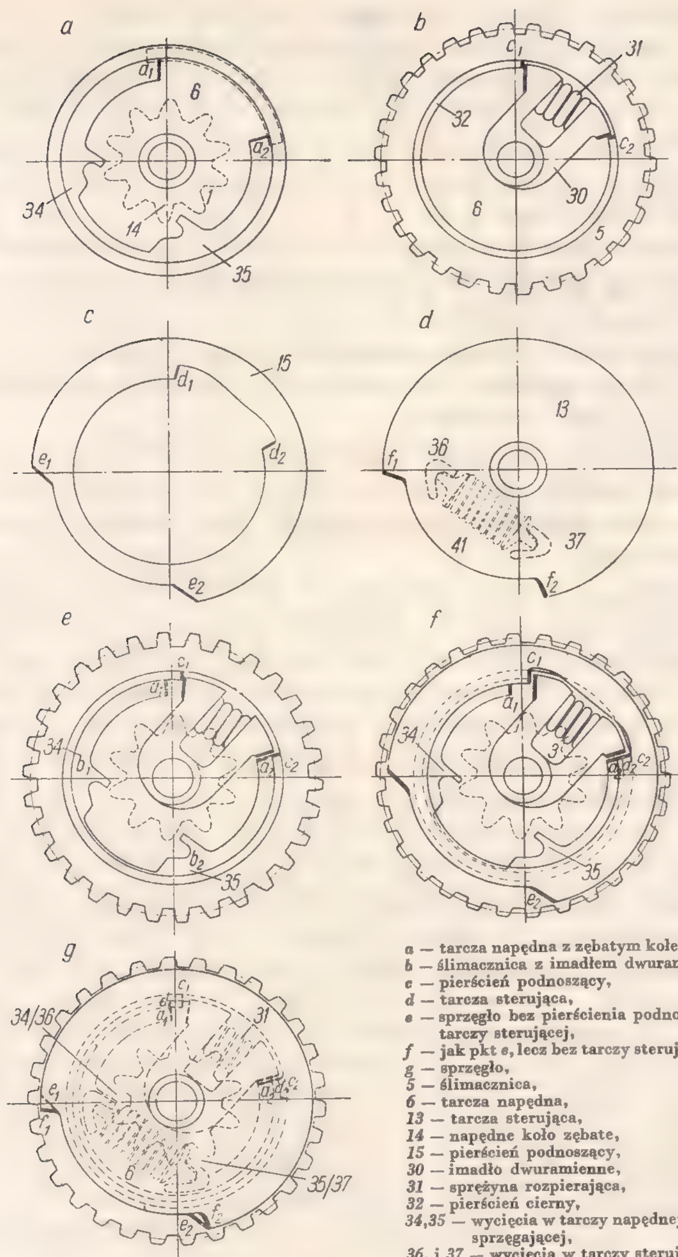
5 — ślimacznica, *6* — tarcza napędna, *13* — tarcza sterująca, *14* — napędne koło zębate, *15* — pierścień podnoszący, *30* — imadło, *31* — sprężyna rozpierająca, *32* — pierścień cierny, *34, 35* — wycięcia tarczy napędnej dla sprężyny sprzęgającej, *36, 37* — wycięcia tarczy sterującej dla sprężyny sprzęgającej, *38* — nadlew oporowy tarczy napędnej, *41* — sprężyna sprzęgająca

Sprzęgło cierne służy do:

— przenoszenia siły napędowej silnika na zębaty suwak nastawczy;
— amortyzowania siły bezwładności — po nastawieniu zwrotnicy w jej krańcowe położenie — i jednoczesnego dociskania iglicy do opornicy;
— zamortyzowania ruchu posuwistego suwaka nastawczego i iglicy odsuniętej, zapobiegając uszkodzeniom części napędu, prętów nastawczych lub iglicy w razie rozprucia zwrotnicy;
— przejmowania siły przenoszonej przez silnik, chroniąc go przed przeciążeniem wskutek nadmiernych oporów powstających podczas nastawiania zwrotnicy lub gdy między iglicą a opornicą znajdzie się kamień, piasek, sprasowany śnieg, lód itp.;
— zamykania zwrotnicy w położeniu końcowym.

Sprzęgło jest osadzone na wydrążonej osi, przystosowanej do smarowania smarem stałym za pomocą smarownicy ciśnieniowej, i ma ono następujące części:

— tarczę napędną *6* odlaną wraz z kołem zębatym (rys. V-5a);
— ślimacznicę *5* zazębioną ze ślimakiem, stanowiącym pierścień stalowy z zewnętrznym uzębieniem, nałożonym na tarczę napędną (rys. V-5b);
— pierścień cierny *32* umieszczony wewnątrz ślimacznicy i oparty na tarczy napędnej (rys. V-5b);
— imadło dwuramienne *30* nasadzone na oś sprzęgła (rys. V-5b);
— śrubową sprężynę rozpierającą *31* umieszczoną między ramionami imadła;



a — tarcza napędna z zębatym kołem napędnym,
b — ślimacznica z imadłem dwuramiennym,
c — pierścień podnoszący,
d — tarcza sterująca,
e — sprzęgło bez pierścienia podnoszącego i bez tarczy sterującej,
f — jak pkt *e*, lecz bez tarczy sterującej,
g — sprzęgło,
5 — ślimacznica,
6 — tarcza napędna,
13 — tarcza sterująca,
14 — napędne koło zębate,
15 — pierścień podnoszący,
30 — imadło dwuramienne,
31 — sprężyna rozpierająca,
32 — pierścień cierny,
34,35 — wycięcia w tarczy napędnej dla sprężyny sprzęgającej,
36, i *37* — wycięcia w tarczy sterującej dla sprężyny sprzęgającej
41 — sprężyna sprzęgająca

Rys. V-5. Części składowe sprzęgła ciernego

— pierścień podnoszący *15* (rys. V-5b) nałożony na ślimacznicę (rys. V-5c);
— tarczę sterującą *13* (rys. V-5d);
— sprężynę sprzęgającą *41* (rys. V-5d).

Tarcza napędna *6*, zajmująca w napędzie najniższe miejsce, stanowi jeden odlew wraz z kołem *14* o 10 zębach, które porusza suwak nastawczy *5* (rys. V-1), połączony za pomocą pręta nastawczego z zamknięciem nastawczym zwrotnicy. Pierścień cierny *32* obejmuje imadło *30* i sprężynę rozpierającą *31*. Wycięcia *34* i *35* oraz *36* i *37* służą do osadzenia w tarczy napędnej *6* i tarczy sterującej *13* sprężyny sprzęgającej *41*. Tarcza napędna *6* ma od spodu nadlew oporowy *38*, ograniczający jej obroty (rys. V-4).

Wewnątrz ślimacznicy *5* znajduje się pierścień cierny *32* rozpierany przez imadło *30* za pomocą sprężyny *31*. Ramiona imadła, ruchome względem siebie, są osadzone na osi sprzęgła (rys. V-5b).

Pierścień podnoszący *15* umieszczony między ślimacznicą a tarczą sterującą *13* (rys. V-5d), dzięki wewnętrznemu wycięciu może — pod wpływem ruchu imadła — obracać się w obu kierunkach.

Pierścień podnoszący obejmuje luźno ramiona imadła. Na zewnętrznej stronie pierścienia znajduje się wycięcie e_1 i e_2 (rys. V-5c) z łagodnymi ścięciami, które podczas obrotu pierścienia wysuwają rolki ślizgowe z wycięć zamykających tarczy sterującej.

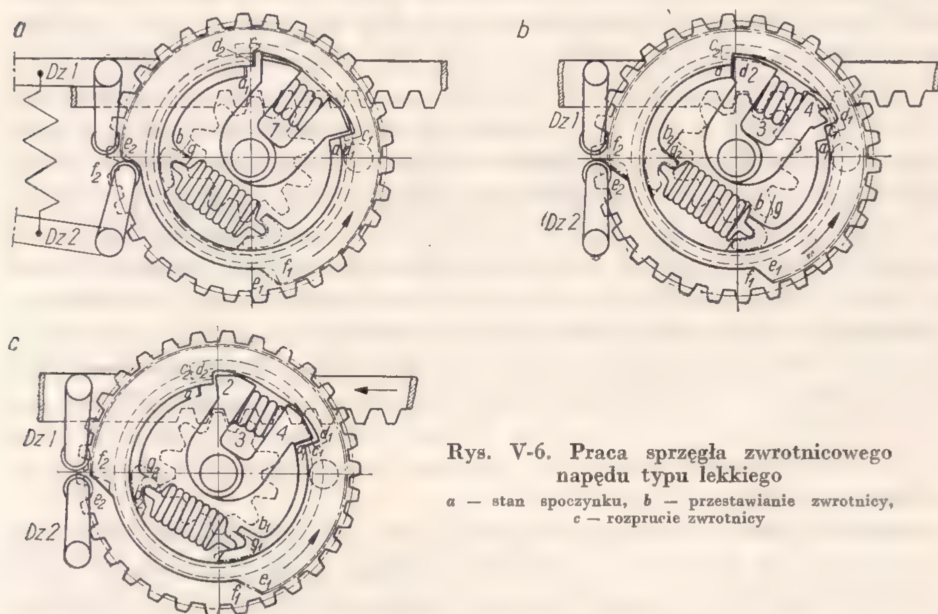
Tarcza sterująca nakrywa z wierzchu całe sprzęgło; w jej wycięciach jest osadzona sprężyna sprzęgająca. Na zewnętrznym obwodzie tarczy jest wycięcie z bardziej stromymi ścięciami niż w pierścieniu podnoszącym. Tarcza sterująca służy do ustalania i zamykania napędu zwrotnicowego w jego krańcowych położeniach oraz do sterowania obwodami nastawczymi i kontrolnymi zwrotnicy. Sprężyna sprzęgająca jest przeznaczona do uchylania zamknięcia tarczy sterującej podczas rozprucia zwrotnicy.

Oś sprzęgła jest osadzona nieruchomo w łożysku skrzyni ochronnej. Dolną część sprzęgła stanowi tarcza napędna osadzona na osi. Na tę oś są nasadzone 2 ramiona imadła. Na tarczę napędną jest nałożona ślimacznica z pierścieniem ciernym, a z wierzchu — pierścień podnoszący i tarcza sterująca. Sprężyna rozpierająca działając na ramiona imadła tworzy rozłączne połączenie tarczy napędnej, ślimacznicy i pierścienia podnoszącego, gdyż ramiona imadła są umieszczone w wycięciach tych elementów. Ramiona imadła osadzone ściśle w wycięciu ślimacznicy dociskają cały obwód pierścienia ciernego do wewnętrznej powierzchni ślimacznicy. Ramiona imadła mają nieznaczny luz w wycięciu tarczy napędnej i nieco większy — w wycięciu pierścienia podnoszącego. Ślimacznica wykonuje pewien bieg luzem względem tarczy napędnej do chwili dojścia ramienia imadła do krawędzi wycięcia tarczy napędnej.

W wycięciach tarcz napędnej i sterującej jest osadzona sprężyna sprzęgająca *41*, (zwana często rozpruwalną) łącząca obie tarcze.

Z chwilą uruchomienia silnika napędu w celu nastawienia zwrotnicy (rys. V-6a), np. zmiany jej położenia zasadniczego + w położenie przełożone —, ślimacznica początkowo obraca się w lewo; jest to wynikiem obrotów silnika

z osadzonym na wspólnym wałku małym kołem zębatym, które przenosi ruch na duże koło zębate osadzone na wałku ślimaka zazębiającego się ze ślimacznicą. Wraz ze ślimacznicą obraca się pierścień cierny oraz imadło. W początkowej fazie obrotu sprzęgła ramię imadła wraz ze sprężyną rozpierającą powoduje jednoczesny obrót pierścienia podnoszącego, który swoim skośnym ścięciem przesuwa rolkę ślizgową i uchyla zamknięcie tarczy sterującej, umożliwiając tym samym nastawienie napędu w położenie przełożone „—".



Rys. V-6. Praca sprzęgła zwrotnicowego napędu typu lekkiego
a — stan spoczynku, *b* — przestawianie zwrotnicy, *c* — rozprucie zwrotnicy

Po podniesieniu rolki na początku uruchomienia napędu dźwignia sterująca częściowo obraca się, metalowe tulejki otwierają styki *5—6* obwodu kontrolnego zwrotnicy (rys. V-2), zamykają zaś styki *7—8*, przygotowując zamknięcie obwodu nastawczego dla przeciwnego kierunku obrotów silnika.

W czasie dalszego obrotu sprzęgła imadło — naciskając na zderzak tarczy napędnej — obraca ją w lewo; tarcza napędna za pomocą koła zębatego przesuwa nastawczy suwak zębaty nastawiający zwrotnicę (rys. V-6b).

Po nastawieniu zwrotnicy tarcza napędna opiera się swoim nadlewem oporowym o sworzeń umieszczony na dnie skrzyni ochronnej napędu, uniemożliwiając dalszy obrót tarczy napędnej wskutek działania siły bezwładności ruchu iglic. Jednocześnie pod wpływem sprężyny napinającej rolka wpada w wycięcie tarczy sterującej, mechanicznie zamykając zwrotnicę w zmienionym położeniu.

Pomimo wyłączenia prądu, po każdym nastawieniu zwrotnicy — wskutek działania siły bezwładności silnika i przekładni zębatej — rozpędzona ślimacznica wykona jeszcze częściowy obrót razem z pierścieniem ciernym. Jednak imadło unieruchamia tarcza napędna zatrzymana przez zderzak w skrzyni napędu; powoduje to rozluźnienie nieruchomego pierścienia ciernego, tylko

nieznacznie dociskanego do wewnętrznej powierzchni ślimacznicy obracającej się na pierścieniu ciernym. Ślimacznica — hamowana nieznacznym dociśnięciem pierścienia, zmniejszonym wskutek ściskania sprężyny rozpierającej — zwalnia obroty stopniowo, aż zostanie zużyta siła rozpędowa. Siła bezwładności silnika jest więc łagodnie zmieniana w sprzęgle na siłę tarcia.

Jeśli nastawienie zwrotnicy odbywa się z trudnością lub zaistnieją przeszkody między iglicą a opornicą, to tarcza napędna oraz tarcza sterująca zatrzymają się w położeniu pośrednim; jest to spowodowane oporem, jaki stawia nastawiony suwak zębaty. Jednakże ślimacznica będzie obracała się nadal pod wpływem obrotów silnika, co zabezpiecza go przed przeciążeniem. Dzięki temu bezpiecznik przewodu doprowadzającego prąd nastawczy nie przepali się. Dźwignia sterująca, a więc i styki znajdą się w pośrednim położeniu, wskutek czego obwód kontrolny zostanie przerwany i na nastawnicy nie zapali się światło kontrolne, co może być sygnalizowane optycznie lub za pomocą dzwonka.

Podczas rozprucia zwrotnicy (rys. V-6c) kołami pojazdu poruszającego się „z ostrza" po nieprawidłowo ustawionym dla niego rozjeździe iglica odsunięta, na którą naciska obrzeże koła, spowoduje przesunięcie się pręta nastawczego i połączonego z nim nastawczego suwaka zębatego. Suwak zębaty nastawczy stara się obrócić koło zębate z tarczą napędną, która usiłuje wywierać nacisk swym wycięciem za pośrednictwem sprężyny sprzęgającej na wycięcie w tarczy sterującej i obrócić tarczę sterującą. Jednak tarcza sterująca zamknięta jest mechanicznie w swym końcowym położeniu za pomocą rolki ślizgowej zapadniętej w wycięciu tarczy.

Znaczny nacisk kół pojazdu, występujący podczas rozprucia zwrotnicy, przezwycięża siłę sprężyny sprzęgającej, wynoszącą w tym czasie około 250 kG, powodując takie jej ściśnięcie, że zostanie częściowo poruszona tarcza napędna, a wraz z nią — tarcza sterująca.

Tarcza napędna bowiem działając na imadło powoduje obrót pierścienia podnoszącego. Łagodne ścięcie obracającego się pierścienia podnoszącego spowoduje odsunięcie rolki ślizgowej i uwolnienie tarczy sterującej.

Z kolei nastąpi obrót całego sprzęgła. Przepływ prądu w odpowiednich obwodach spowoduje zadziałanie dzwonka, który zaalarmuje obsługę nastawnicy o zaistniałym uszkodzeniu.

Po długim okresie pracy (po kilkunastu latach) sprężyna rozpierająca sprzęgła ulega odkształceniom zmniejszającym jej nacisk na pierścień cierny, co powoduje zmniejszenie siły nastawczej; spadek tej siły następuje także w wyniku wytarcia się płaszczyzn ciernych i wskutek tego zmniejszenia się siły przyczepności.

Przy znacznym obniżeniu się siły nastawczej zdarza się, że w przypadkach większego oporu zwrotnicy silnik pracuje na sprzęgło. Siła przenoszona przez sprzęgło jest wtedy równa lub mniejsza od oporów iglic zwrotnicy. Regulacja siły nastawczej przenoszonej przez sprzęgło cierne oraz ślimacznicę z tarczą sterującą i tarczą napędną może być dokonana przez odpowiedni dobór sprężyny rozpierającej. Przy zwiększonych oporach podczas nastawiania zwrotnicy siła nastawcza pokona te opory i nie przekroczy 250 kG. Obciążenie silnika

do 250 kG nie powinno spowodować przepalenia się bezpiecznika nastawczego 10 A.

W razie uruchomienia silnika w chwili, gdy między iglicą a opornicą jest przeszkoda wynosząca 4 mm lub więcej, obraca się tylko ślimacznica, obie zaś tarcze sterująca i napędna pozostają unieruchomione.

Gdy cały układ jest w stanie spoczynku, siła zaporowa napędu, jaką stanowi siła rozpierająca sprężyny sprzęgającej *41*, przeciwdziała siłom pochodzącym od iglic; wartość tej siły zależy od wielkości nacisku sprężyny sprzęgającej. Siła zaporowa napędu jest pokonywana w czasie rozprucia zwrotnicy przez siłę wywołaną naciskiem bocznym obrzeży kół pojazdu na iglicę odsuniętą. Pod wpływem siły zaporowej przesuwa się nieznacznie suwak nastawczy, powodujący obrócenie tarczy napędnej o około 7°.

Połączenie napędu z nastawnią jest wykonane za pomocą kabla ziemnego wielożyłowego. Kabel jest zakończony końcówką kablową, przymocowaną dwiema śrubami do jednej z bocznych ścian skrzyni napędu. W tym celu w obu bocznych ścianach skrzyni przewidziane są po dwa otwory na śruby mocujące i między nimi jeden większy otwór dla wyprowadzenia przewodów z końcówki kablowej do wnętrza napędu. Otwory znajdujące się po przeciwległej stronie zmontowanej końcówki są zakryte specjalną płytką żeliwną przymocowaną dwiema śrubami.

d. Przekładnia mechaniczna

Przekładnia mechaniczna redukuje obroty silnika i przenosi jego moment obrotowy przez sprzęgło na suwak nastawczy.

Przekładnia mechaniczna napędu typu lekkiego jest dwustopniowa; składa się z przekładni czołowej i przekładni ślimakowej. Przekładnia czołowa jest złożona z 2 kół zębatych i ma za zadanie przenieść ruch obrotowy silnika na ślimak. W napędach zwrotnicowych normalnych o czasie nastawiania zwrotnicy od 1,5 do 2,5 s jest stosowane przełożenie przekładni 1:7, przy czym koło napędzające osadzone na osi silnika ma 12 zębów, a koło napędzane osadzone na wałku ślimaka — 84 zęby. W napędach szybkobieżnych stosowanych do zwrotnic na górkach rozrządowych używa się przekładni o przełożeniu 1:3, stanowiącej stosunek zębów 24 do 72.

Przekładnia ślimakowa zamienia ruch obrotowy koła zębatego (na wałku ślimaka) na ruch obrotowy ślimacznicy. Przełożenie przekładni wynosi 1:15, przy czym ślimak jest dwuzwojowy, a ślimacznica ma 30 zębów.

Pełne przełożenie przekładni w normalnym napędzie wynosi więc:

$$\frac{1}{7} \cdot \frac{1}{15} = \frac{1}{105} ,$$

a w szybkobieżnym napędzie dla górek rozrządowych:

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{15} = \frac{1}{45} .$$

Podczas pracy napędu tarcza sterująca wykonuje obrót około 260° w napędach normalnych i około 171° — w napędach szybkobieżnych. Stanowi to w pierwszym przypadku $\frac{260}{360} = \pm 0{,}72$, a w drugim przypadku $\frac{171}{360} = \pm 0{,}48$ pełnego obrotu tarczy sterującej.

Podczas nastawiania zwrotnicy napędu normalnego silnik powinien wykonać $0{,}72 \cdot 105 = 75$ obrotów, a napędu szybkobieżnego $0{,}48 \cdot 45 = 22$ obroty.

Przyjmując, że silnik wykonuje podczas biegu jałowego 2500 obr/min, możemy z dużym przybliżeniem określić czas potrzebny do nastawienia zwrotnicy (bez uwzględnienia innych niezbędnych poprzedzających czynności).

Dla normalnego napędu teoretyczny czas nastawiania zwrotnicy wynosi:

$$\frac{75 \cdot 60}{2500} = 1{,}8 \text{ s}$$

a dla szybkobieżnego napędu

$$\frac{22 \cdot 60}{2500} = 0{,}5 \text{ s}$$

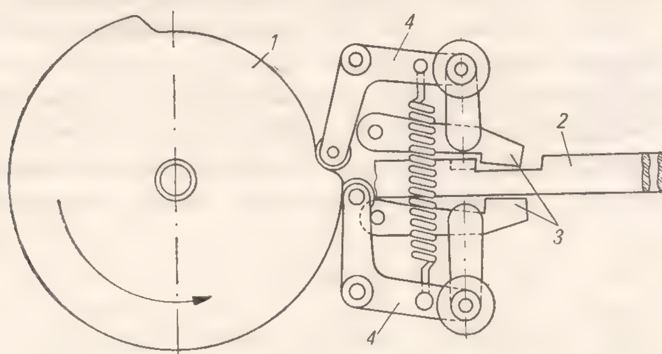
e. Urządzenie do kontroli położenia iglic

Zadaniem urządzenia do kontroli położenia iglic jest sprawdzanie w sposób mechaniczny położenia tych iglic.

W napędach elektrycznych kontrola iglic jest stosowana z zasady przy zwrotnicach, które są przejeżdżane przez pociągi „na ostrze" i gdy w urządzeniach mechanicznych trzeba stosować rygle lub napędy zwrotnicowe z kontrolą iglic. W napędzie takim — oprócz suwaka nastawczego — znajdują się 2 suwaki kontrolne.

Dźwignia sterująca jest połączona z hakami ryglującymi za pomocą łączników, co zapewnia mechaniczną kontrolę położenia iglic. Kontrola taka jest pokazana na rysunku V-7.

W celu kontroli należytego przylegania iglic zwrotnicy, z każdą z iglic zwrotnicowych jest połączony oddzielny suwak kontrolny z odpowiednimi wycięciami. Każdy z dwu suwaków ma jedno mniejsze wycięcie dla iglicy



Rys. V-7. Kontrola mechaniczna położenia iglic

1 — tarcza sterująca, *2* — suwak kontrolny, *3* — hak ryglujący, *4* — dźwignia sterująca

przylegającej, a drugie większe — dla iglicy odchylonej. Suwak jest połączony z iglicą za pomocą pręta kontrolnego i razem z nią wykonuje ruchy przesuwne.

Suwaki kontrolne wykonane z prętów stalowych o przekroju prostokątnym są ułożone jeden obok drugiego; przy każdym skrajnym położeniu zwrotnicy wycięcia tych suwaków ustawiają się naprzeciw odpowiedniego haka ryglującego, uruchamianego przez jedną z dźwigni urządzenia sterującego, i następnie haki zapadają się w te wycięcia. Wówczas dźwignia sterująca przełącza się całkowicie i swoją tulejką miedzianą zamyka styki prądu kontrolnego. Jeśli przy nastawianiu zwrotnicy iglice z jakichkolwiek bądź przyczyn nie dojdą do krańcowych położeń i wycięcia suwaków nie ustawią się odpowiednio, to haki ryglujące nie zapadną w wycięcie suwaków kontrolnych i dźwignia sterująca zatrzyma się w pośrednim położeniu, nie zamykając żadnej pary styków obwodu kontrolnego. Spowoduje to niedojście urządzenia sterującego do położenia końcowego, a więc rozwarcie styków kontrolnych i nieprzyciągnięcie kotwicy przez elektromagnes kontrolny.

W razie rozprucia zwrotnicy iglica naciskana obrzeżem koła pojazdu przesunie się w kierunku opornicy, a w raz z nią — suwak kontrolny. Na początku ruchu tarczy sterującej hak ryglujący, poruszany przez dźwignię sterującą, wychodzi z wycięć suwaków.

Dla uniknięcia ścięcia haków ryglujących urządzenia sterującego wycięcia na suwakach kontrolnych wykonuje się z pewnymi luzami. Między krawędzią wycięcia suwaka iglicy dosuniętej a krawędzią haka ryglującego luz wynosi około 2,5 mm; natomiast między krawędzią wycięcia suwaka iglicy odsuniętej a krawędzią haka ryglującego stosuje się luz 20 mm dla przesuwu iglicy w kierunku opornicy i 30 mm — dla przesuwu tej samej iglicy w kierunku osi toru.

Przesuw suwaków kontrolnych powinien odpowiadać przesuwowi iglic i wynosi od 140 mm do 160 mm, zależnie od typu zwrotnicy i jej zamknięcia nastawczego.

Urządzenie kontroli iglic, oprócz sprawdzania prawidłowego przesuwu iglic przy każdym nastawieniu zwrotnicy, działa na iglice jak rygiel, utrzymując je w położeniach krańcowych. Wszelkie więc uszkodzenia w zamknięciu nastawczym (np. pęknięcie ściągu iglicowego, haka, klamry itp.), zaistniałe po nastawieniu zwrotnicy, nie zwalniają iglic spod zamknięcia.

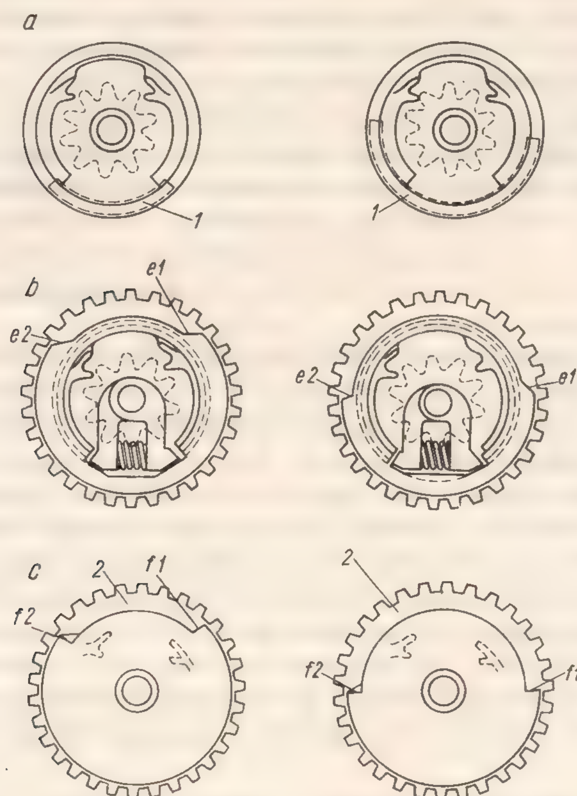
3. Elektryczny napęd zwrotnicowy szybkobieżny typu lekkiego (A)

Szybkobieżne zwrotnicowe napędy elektryczne są stosowane na górkach rozrządowych. Czas nastawiania zwrotnicy za pomocą takiego napędu wynosi około 0,5 s. Konstrukcja napędu szybkobieżnego w porównaniu z napędem normalnym polega na zastosowaniu odmiennego wykonania kilku elementów.

Skrócenie czasu nastawiania zwrotnicy za pomocą tego napędu do 0,5 s można osiągnąć: przez skrócenie drogi nastawczej z 220 do 150 mm, przez zwiększenie mocy silnika elektrycznego z 0,5 do 0,75, a nawet do 1 KM oraz przez zastosowanie przekładni zębatej o przełożeniu 1:3 zamiast 1:7 lub 1:10.

Drogę podstawową długości 150 mm można osiągnąć tu przez wydłużenie nadlewu oporowego tarczy napędnej *1* i zwiększenie wycięć obwodowych w pierścieniu podnoszącym *2* oraz tarczy sterującej, przedstawionych na rysunku V-8.

Szybszy przesuw suwaka nastawczego można uzyskać przez zwiększenie



Rys. V-8. Różnice konstrukcyjne w sprzęgle ciernym napędu normalnego i szybkobieżnego typu lekkiego (A)

a — nadlew oporowy w tarczy napędnej, *b* — wycięcie obwodowe *e1—e2* w pierścieniu podnoszącym, *c* — wycięcie obwodowe *f1—f2* w tarczy sterującej

mocy silnika elektrycznego i zmniejszenie przełożenia przekładni. Przełożenie przekładni zostanie zmniejszone przez zastosowanie odpowiednich kół zębatych.

Większa moc silnika elektrycznego jest potrzebna nie tylko dla powiększenia liczby obrotów silnika, ale również ze względu na utrzymywanie tej siły nastawczej (250 kG) przy zmniejszonym przełożeniu przekładni.

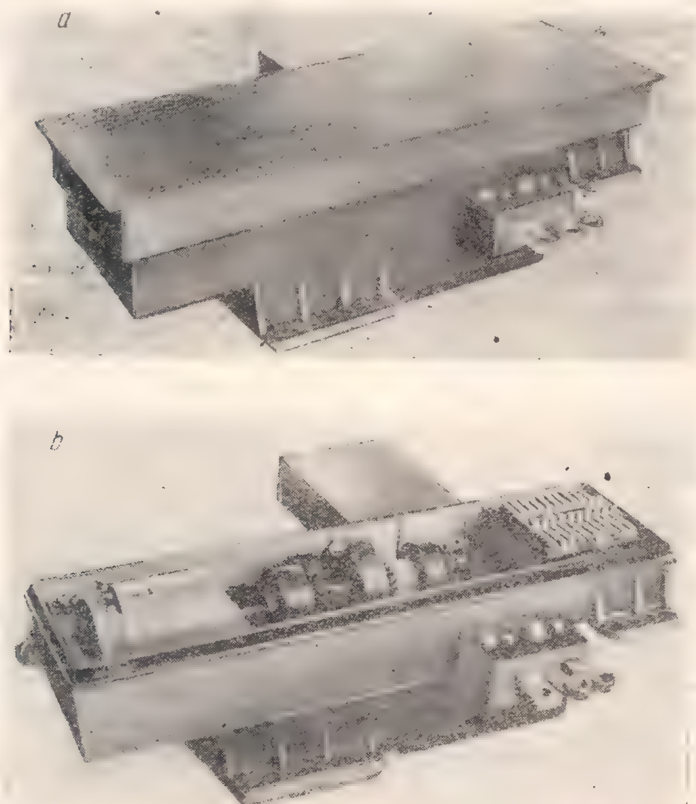
4. Elektryczny napęd zwrotnicowy typu ciężkiego (B)

Elektryczny napęd typu ciężkiego, podobnie jak typu lekkiego, jest stosowany do przestawiania zwrotnic lub wykolejnic. W przeciwieństwie do napędu lekkiego, napęd typu ciężkiego ma przekładnię tylko czołową. Ten typ napędu jest stosowany na PKP jako napęd z 1 lub 2 suwakami kontrolnymi albo w ogóle

bez tych suwaków. Do przestawiania wykolejnic stosuje się napędy tylko z 1 suwakiem nastawczym, bez suwaków kontrolnych.

Mechanizm napędu (rys. V-9) jest zamknięty w masywnej skrzyni staliwnej. U dołu skrzynia ma specjalne łapy z odpowiednimi otworami na śruby, za pomocą których napęd przymocowuje się do stalowego fundamentu.

Częściej stosowane są napędy z silnikiem na prąd zmienny niż z silnikiem na prąd stały. Obwody kontrolne również są przystosowane do prądu zmiennego, dzięki czemu są one wyłączone spod wpływów prądów błądzących, pocho-

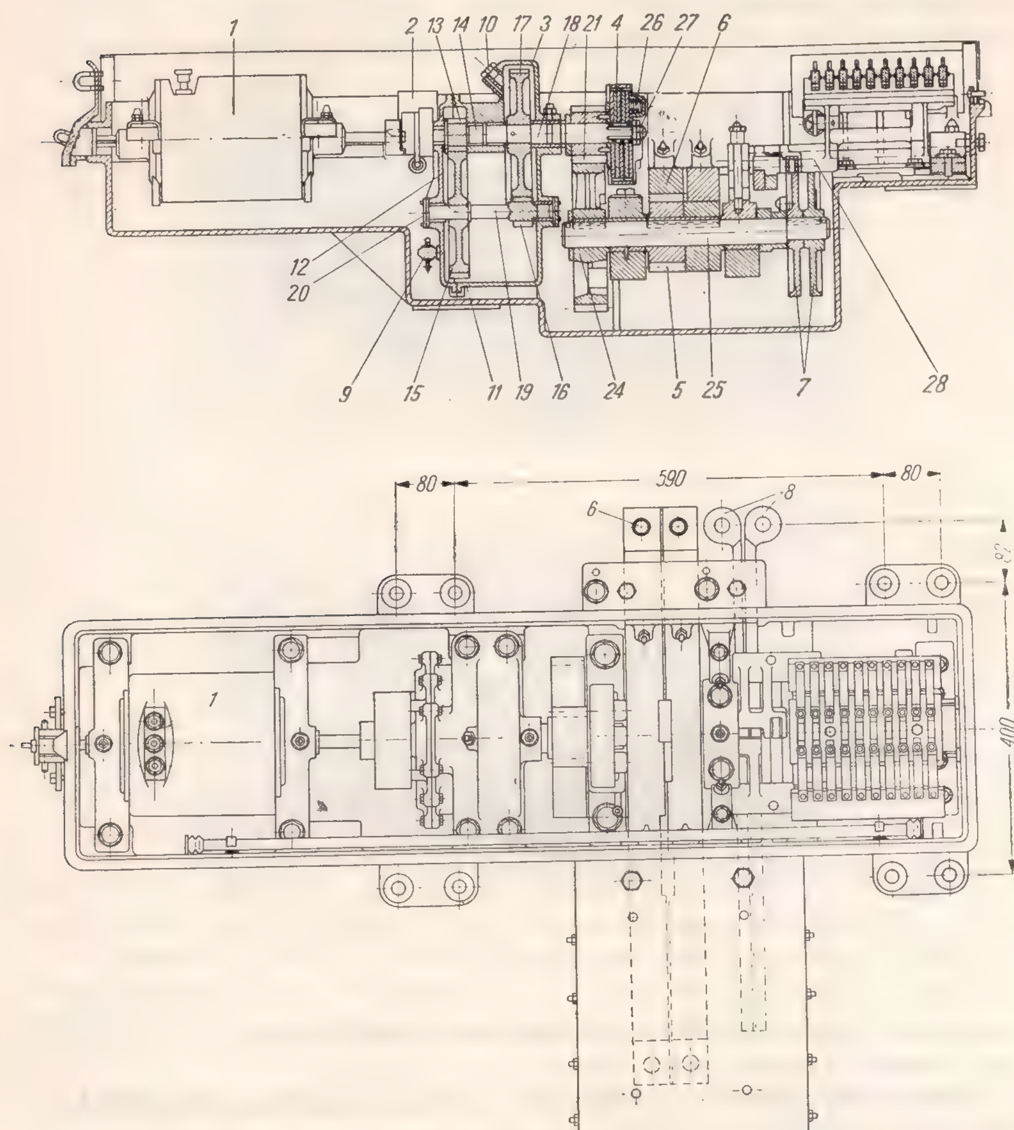


Rys. V-9. Elektryczny napęd zwrotnicowy typu ciężkiego (B)
a — napęd z pokrywą, b — napęd ze zdjętą pokrywą

dzących od prądów stałych, oraz nie powodują uszkodzeń styków przez wzmożone wypalanie i przez powstawanie na nich elektrolizy.

Skrzynia żeliwna napędu jest pokryta płaską pokrywą z blachy żeberkowej lub gładkiej. Wojłokowa, brezentowa bądź gumowa uszczelka służy do pyłoszczelnego zamknięcia napędu i chroni go przed zanieczyszczeniem z zewnątrz. W przedniej ścianie od strony silnika skrzynia ma otwór na korbę do ręcznego nastawiania zwrotnicy. Skrzynia napędu jest zamknięta na specjalny zamek, a otwór do korby — na kłódkę.

Najlepszym sposobem przyłączenia napędu do zwrotnicy jest połączenie przegubowe, gdyż wstrząsy powodowane przez przejeżdżające pociągi nie przenoszą się wówczas na napęd. Przy przegubowym umocowaniu napędu puszka kablowa może być przymocowana bezpośrednio do napędu i nie zachodzi wtedy potrzeba wprowadzania elastycznego doprowadzenia kabla do napędu.



Rys. V-10. Elektryczny napęd zwrotnicowy typu ciężkiego

1 — silnik elektryczny, *2* — sprzęgło zaporowe, *3* — osłona mechanicznej przekładni zębatej, *4* — sprzęgło cierne, *5* — zębate koło napędowe, *6* — suwak nastawczy, *7* — napęd zestyków kontrolnych, *8* — suwaki kontrolne, *9* — kurek do spuszczania oleju, *10* — otwór do wlewania oleju do skrzyni przekładni zębatej, *11* — kadłub staliwny osłony kół zębatych, *12* — pokrywa staliwna, *13* — pierwsze koło zębate, *14* — oś krótka, *15, 16, 17* — drugie, trzecie i czwarte koło zębate, *18* — oś z osadzonym na niej kołem zębatym *17* i sprzęgłem ciernym *4*, *19* — oś z osadzonymi na niej kołami zębatymi *15* i *16*, *20* — pokrywy, *21* — koło zębate połączone ze sprzęgłem ciernym, *24* — koło zębate osadzone na głównym wale napędu, *25* — oś główna napędu, *26* — sprężyna spiralna, *27* — nakrętka regulacyjna sprzęgła, *28* — dźwignie kątowe

Siła nastawcza elektrycznego napędu zwrotnicowego typu ciężkiego normalnie wynosi około 500 kG, wskutek czego może on mieć zastosowanie do przestawiania zwrotnic o rozjazdach pracujących w trudnych warunkach terenowych. Siłę nastawczą zwiększa się przez odpowiedni docisk tarcz sprzęgła ciernego.

Ponadto napęd ten wyróżnia się prostotą wykonania, możliwością wbudowania zamknięć nastawczych wewnątrz napędu i ułatwionym dostępem do wszystkich części, co jest szczególnie ważne przy ich konserwacji.

Zasadniczymi częściami elektrycznego napędu zwrotnicowego typu B (rys. V-10) są:

— silnik elektryczny *1*, który napędza główną oś *25* poprzez trzystopniową przekładnię zębatą *13*, *15*, *16*, *17*, *21*, *24*; główna oś napędna *25* za pomocą napędnego koła zębatego *5* porusza suwak nastawczy *6* oraz uruchamia za pomocą dwóch tarcz sterujących *7* układ zestyków;
— mechaniczna przekładnia trzystopniowa, której celem jest przeniesienie mocy dostarczanej przez silnik na części napędzające iglice, przy równoczesnej redukcji obrotów silnika;
— sprzęgło cierne nastawcze, którego zadaniem jest zabezpieczenie napędzających części układu przed przeciążeniem lub skutkami rozprucia zwrotnicy;
— suwak nastawczy *6*;
— suwaki kontrolne *8*, których zadaniem jest kontrola przylegania iglic do opornic oraz zamknięcie iglicy przylegającej w sposób rozpruwalny, to znaczy nie powodujący uszkodzenia napędu w czasie rozprucia zwrotnicy;
— urządzenia sterujące, których zadaniem jest zamykanie lub przerywanie obwodu nastawczego lub kontrolnego w samym napędzie;
— sprzęgło zaporowe *2*, które umieszczone na osi silnika stanowi jak gdyby hamulec nie dopuszczający do przenoszenia się na silnik zakłóceń napędu w jego położeniach krańcowych, wskutek naprężeń iglic, wstrząsów itp.; sprzęgło zaporowe jest zatem bardzo ważnym elementem napędu;
— zębate koło napędowe.

a. Silnik elektryczny

Silnik stosowany w napędzie typu B może być prądu stałego lub zmiennego.

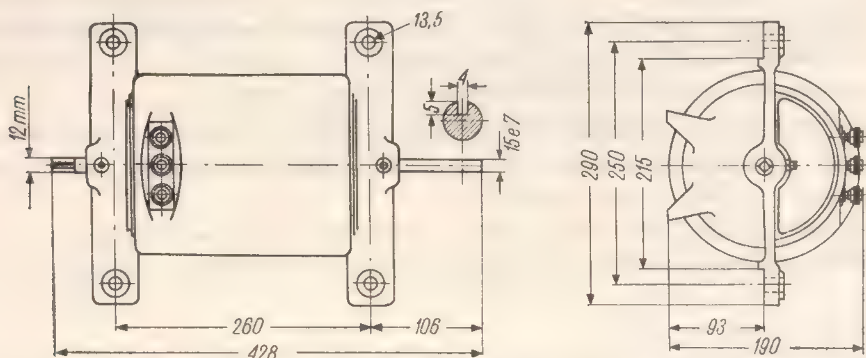
Silnik prądu stałego o mocy znamionowej około 0,6 KM jest zbudowany na napięcie 220 V lub 136 V i pobiera prąd o natężeniu około 3,5 A, przy $n = 2400$ obr/min; może tu być stosowany również silnik trójfazowy o napięciu 3×220 V.

W napędach używanych na PKP stosuje się repulsyjny silnik (rys. V-11). o mocy około 1,0 KM na prąd zmienny jednofazowy na napięcie 220 V o częstotliwości 50 Hz, pobierający prąd o natężeniu około 5,5 A przy 2400 obr/min. Jego moment obrotowy wynosi około 0,33 kGm.

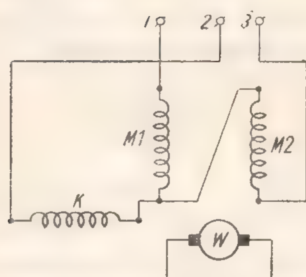
Silniki repulsyjne mają wirnik z komutatorem, uzwojony podobnie jak wirniki w silnikach na prąd stały. Magneśnica (rys. V-12) ma 2 uzwojenia magnesujące *M1* i *M2* (każde dla innego kierunku obrotów) oraz uzwojenie kompen-

sacyjne K, połączone szeregowo z uzwojeniami magnesującymi. Bieguny jednak nie są uwydatnione, gdyż uzwojenia są ułożone pierścieniowo w rowkach kadłuba. Prąd z sieci prądu zmiennego doprowadza się do nieruchomej magneśnicy każdorazowo przez jedno z uzwojeń magnesujących i połączone z nim uzwojenie kompensacyjne, natomiast obwód wirnika zwiera się przewodnikiem o małej oporności.

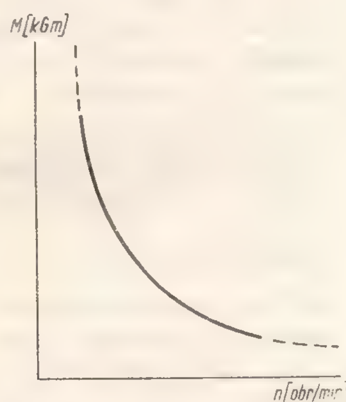
Wytwarzany przez uzwojenie magnesujące pulsujący, zmienny strumień magnetyczny indukuje w uzwojeniu twornika, umieszczonym w polu magnetycznym, siłę elektromotoryczną i prąd wytwarzający wspólnie ze strumieniem



Rys. V-11. Wygląd zewnętrzny i wymiary silnika elektrycznego napędu zwrotnicowego typu ciężkiego



Rys. V-12. Schemat uzwojenia silnika repulsyjnego elektrycznego napędu zwrotnicowego typu ciężkiego



Rys. V-13. Zależność momentu od liczby obrotów silnika w napędzie zwrotnicowym

odpowiedni moment obrotowy. Zależność wielkości tego momentu od liczby obrotów przebiega analogicznie jak w silnikach szeregowych na prąd stały, tzn. przy malejących obrotach rośnie moment obrotowy (rys. V-13). Okoliczność ta wpływa decydująco na przydatność tego typu silnika elektrycznego do nastawiania zwrotnic.

Aby uzyskać w silniku szeregowym na prąd stały odpowiednią wielkość siły obrotowej, należy zsunąć szczotki ze strefy neutralnej, która w silnikach tego typu jest przesunięta w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów. W razie spadku obciążenia silniki te zwiększają liczbę obrotów i w przypadku braku obciążenia grozi im rozbieganie się. Regulowanie liczby obrotów odbywa się więc przez odpowiednie przesunięcie szczotek na komutatorze, a zmiana kierunku obrotów — przez zmianę kierunku prądu nastawczego.

Czas nastawiania zwrotnicy wyposażonej w napęd z silnikiem repulsyjnym wynosi normalnie od 1,5 do 2,5 s i zależy od wielkości oporów, jakie stawia zwrotnica podczas jej nastawiania.

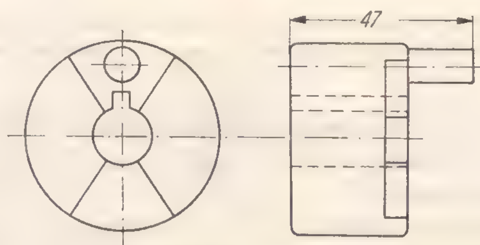
Wmontowanie silnika do napędu polega na przykręceniu go 4 śrubami we wnętrzu skrzyni napędu. Ponieważ zewnętrzne kontury silnika prądu stałego i prądu zmiennego są identyczne, zatem ich zamiana może być łatwo dokonana. Ze względu na wpływy atmosferyczne silniki stosowane w napędach zwrotnicowych są wykonywane jako wodoszczelne.

Jeden koniec osi silnika jest przystosowany do użycia korby w razie konieczności ręcznego nastawiania zwrotnicy. Oś silnika ma kwadratowe zakończenie, a korbę zakłada się na to zakończenie przez otwór w krótkiej ścianie skrzyni napędu.

b. Sprzęgło zaporowe (hamulec)

Zadaniem sprzęgła zaporowego, zwanego również hamulcem, jest utrzymywanie w spoczynku 2 stopni zębatej przekładni mechanicznej, a uchylanie tego zamknięcia tylko po uruchomieniu silnika. Sprzęgło to ponadto ma za zadanie zamykanie napędu, a więc zwrotnicy w położeniach krańcowych.

Sprzęgło zaporowe składa się z zabieraka sprzęgłowego, który jest osadzony na wale silnika, oraz z właściwego sprzęgła osadzonego na osi pierwszego koła przekładni zębatej.



Rys. V-14. Zabierak sprzęgłowy

Zabierak sprzęgłowy (rys. V-14) ma kształt cylindra, na którego czołowej powierzchni znajdują się dwa nadlewy w kształcie segmentów. W jednym z segmentów jest osadzony sworzeń stalowy.

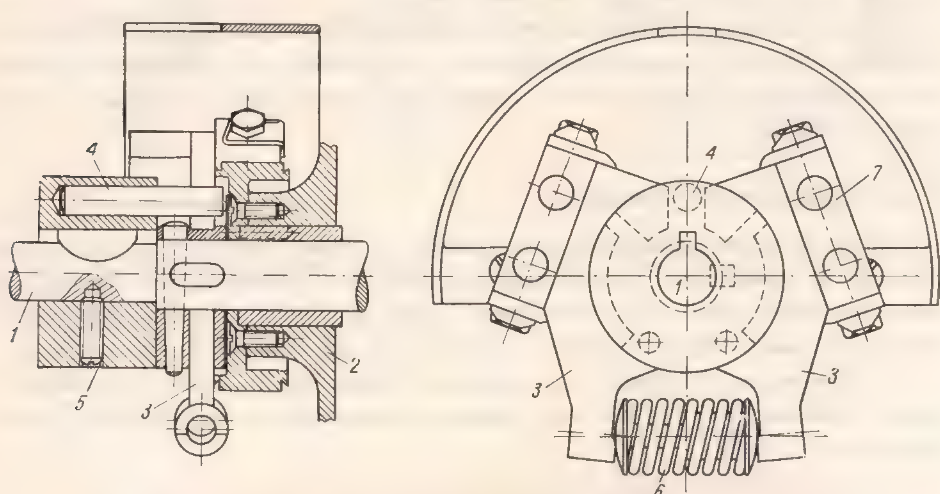
Zadaniem sprzęgła zaporowego jest umożliwienie przenoszenia siły tylko od strony silnika oraz unieruchomienie układu kół zębatych, położonego między sprzęgłem a hamulcem, w razie wystąpienia siły działającej na układ ruchomy

od strony suwaka nastawczego. Jeśli wystąpi w takim przypadku siła większa od siły docisku tarcz sprzęgła ciernego, to nastąpi poślizg tarcz sprzęgła względem siebie.

W ten sposób sprzęgło zaporowe przyhamowuje układ ruchomy w razie działania siły na iglice zwrotnicy i dalsze przenoszenie się tej siły na suwak nastawczy napędu. Działanie sprzęgła zaporowego występuje samoczynnie pod wpływem ruchu silnika, powodując uchylenie zamknięcia napędu, a tym samym i zwrotnicy w położeniach krańcowych, które zostają włączone samoczynnie niezwłocznie po zatrzymaniu silnika.

Ruch obrotowy silnika jest przenoszony za pośrednictwem zabieraka sprzęgłowego (rys. V-14) na sprzęgło zaporowe, obejmujące bęben hamulcowy, umocowany trwale na skrzynce przekładniowej.

W stanie złożonym zabierak sprzęgłowy i sprzęgło zaporowe (rys. V-15) mają odpowiednio dopasowane nadlewy zabieraka i wycięcia właściwego sprzęgła



Rys. V-15. Tarcza hamulcowa ze szczękami sprzęgła zaporowego
1 — wał silnika, *2* — pokrywa żeliwna, *3* — szczęki hamulca, *4* — sworzeń, *5* — wkręt dociskowy, *6* — sprężyna spiralna *7* — ciężarki przednie

zaporowego, które przy ich dosunięciu stanowią sprzężenie kłowe tych elementów. Luz między nadlewami zabieraka a wycięciami właściwego sprzęgła wynosi około 12° w obu kierunkach.

Wewnątrz właściwego sprzęgła są osadzone obrotowo na sworzniach 2 szczęki hamulcowe. Szczęki te (rys. V-15) mają cztery ciężarki po 2 z przodu i z tyłu, do których są przymocowane taśmy cierne. Szczęki hamulca *3* są dociskane do bębna hamulcowego, a spiralna sprężyna *6* rozpiera dolne końce obu szczęk hamulcowych.

W czasie montowania sprzęgła szczęki hamulcowe muszą być nieco rozchylone i obejmować cylinder zabieraka sprzęgłowego. Taśmy cierne szczęk hamulcowych w stanie spoczynku napędu silnie obejmują cylinder zabieraka, przymocowany trwale do skrzyni przekładniowej.

Docisk taśm ciernych do cylindra zabieraka powinien być należycie zapewniony. Zapewnia to luz między sworzniem zabieraka a szczękami wynoszący po około 2 mm z obu stron kołka. Docisk taśm biernych do cylindra zabieraka powoduje unieruchomienie pierwszych czterech kół przekładni zębatej *13*, *15*, *16* i *17* (rys. V-10).

W pierwszym momencie rozruchu silnika unieruchomienie kół zębatych musi być uchylone. Sworzeń zabieraka sprzęgłowego odchyla szczękę hamulca naciskając na jedną lub drugą szczękę, zależnie od kierunku obrotu, luzuje ją i wprawia w ruch obrotowy. Szczęka zostaje zluzowana zanim nastąpi sprzężenie kłowe między zabierakiem a właściwym sprzęgłem, gdyż luz między sworzniem zabieraka a szczęką wynosi 2 mm, co odpowiada obrotowi o 4°, a luz między nadlewem zabieraka a wycięciem sprzęgła odpowiada obrotowi o około 12°.

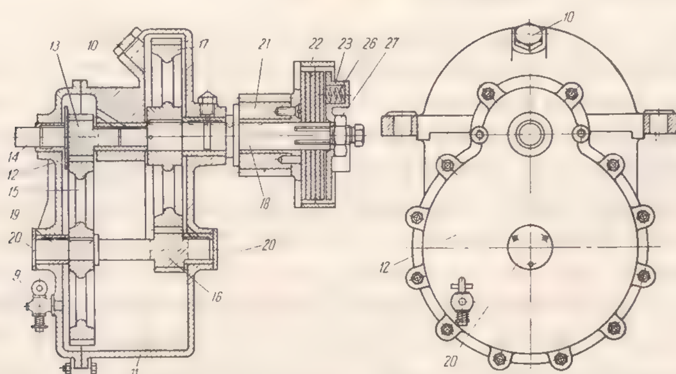
Druga szczęka w czasie biegu silnika również się odchyla pod wpływem siły odśrodkowej ciężarków. Odsunięcie się szczęk hamulcowych od cylindra zabieraka znosi działanie blokujące hamulca.

Po zatrzymaniu się silnika szczęki hamulcowe ponownie obejmują cylinder i działanie zaporowe hamulca zostaje wznowione.

Aby zapobiec wypadnięciu jakiejkolwiek części w czasie obrotu silnika, zastosowano blaszaną osłonę sprzęgła, która jest przykręcona do skrzynki przekładniowej.

c. Mechaniczna przekładnia trzystopniowa

Do redukcji obrotów i zwiększenia siły nastawczej podczas przenoszenia obrotów silnika na pręt nastawczy stosuje się trzystopniową przekładnię zębatą, złożoną z 3 par czołowych kół zębatych (rys. V-10 i V-16 numery: *13*, *15*, *16*, *17*, *21* i *24*) o łącznym stosunku przełożenia 1:75 w napędach normalnych, a w napędach szybkobieżnych — 1:31. Wewnątrz oddzielnej skrzynki (rys. V-16) znajdują się 2 stopnie przekładni zębatej, każdy o stosunku zębów 9:45, czyli



Rys. V-16. Przekładnia zębata w osłonie

9 — kurek do spuszczania oleju, *10* — otwór na olej, *11* — kadłub staliwny, *12* — pokrywa staliwna, *13* — pierwsze koło zębate, *14* — oś krótka, *15*, *16*, *17* — koła zębate, *18* — oś z kołem zębatym i sprzęgłem ciernym, *19* — oś z kołami *15* i *16*, *20* — pokrywy, *21* — koło zębate, *22* — bęben sprzęgłowy, *23* — pokrywa dociskowa, *26* — sprężyna dociskowa, *27* — nakrętka regulacyjna

o przełożeniu przekładni 1:5. W rezultacie układ tych dwóch par kół zębatych daje przełożenie 1:25. Trzecia para ma stosunek zębów 14:42, co w napędzie normalnym stanowi przełożenie przekładni 1:3; w napędach szybkobieżnych liczby zębów trzeciego stopnia przekładni wynoszącą 24:31.

Dwie pierwsze przekładnie kół zębatych przenoszą siłę nastawczą na sprzęgło cierne, z którego następnie trzecia para kół napędza oś, na której jest osadzone koło napędzające suwak nastawczy. Wypadkowe przełożenie przekładni umożliwia redukcję obrotów w stosunku 1:75, tzn. koło napędzające suwak nastawczy ma 75 razy mniejsze obroty niż silnik elektryczny w napędzie. Dzięki temu moment obrotowy na tym kole jest odpowiednio większy, co powoduje wytworzenie odpowiedniej siły oddziałującej na suwak nastawczy. Przyjmując normalny moment silnika 0,33 kGm i pomijając sprawność przekładni otrzymamy na kole nastawczym około $0{,}33 \times 75 = 24{,}75$ kGm, a dla promienia koła nastawczego równego około 0,05 m oblicza się siłę działającą na suwak nastawczy ze wzoru na moment

$$M = F \cdot r = 24{,}75 \text{ kGm}$$

skąd

$$F = \frac{24{,}75}{r} = \frac{24{,}75}{0{,}05} \approx 500 \text{ kG}$$

Pierwsze dwie pary kół mają stosunkowo dużą liczbę obrotów; koło *13* — 2500 obr/min, *15* i *16* — po około 500 obr/min, a koło *17* około 100 obr/min. Z uwagi na duże obroty obie pary kół muszą być dobrze smarowane. Dla zapewnienia takiego smarowania koła te są zanurzone w oleju wypełniającym skrzynkę staliwną.

Przekładniowa skrzynka staliwna zawierająca 2 pary kół zębatych musi być szczelna i wypełniona częściowo, przynajmniej do poziomu kurka kontrolnego, odpowiednim olejem, w którym pracują obie pary kół zębatych. W dolnej części tej skrzynki jest wbudowany kurek, za pomocą którego sprawdza się poziom oleju w skrzynce. Otwór w górnej części skrzynki zamykany wkrętką służy do uzupełniania oleju w skrzynce.

Skrzynka przekładniowa złożona jest z 2 części: kadłuba i odpowiednio dopasowanej pokrywy staliwnej, przyśrubowanej do kadłuba za pomocą 12 śrub.

Wewnątrz skrzynki koło zębate *13* o 9 zębach jest osadzone i zaklinowane na krótkiej osi *14* i zazębia się z kołem zębatym *15* o 45 zębach, osadzonym i również zaklinowanym na osi *19*. Na drugim końcu osi *19* jest umieszczone trzecie koło *16* o 9 zębach, które zazębia się z czwartym kołem *17* mającym 45 zębów. Koło *17* jest osadzone na oddzielnej osi *18*, stanowiącej jakby przedłużenie osi *14*.

Osie *14* i *18* są osadzone w łożyskach i uszczelnione za pomocą odpowiednich dławików uszczelniających, zapobiegających wyciekaniu oleju. Oś *19* jest zabezpieczona pokrywkami *20* przed zanieczyszczeniami z zewnątrz i wyciekaniem oleju na zewnątrz.

Umieszczenie przekładni w oleju gwarantuje należytą konserwację, zapewnia dostateczne smarowanie oraz tłumi odgłosy mechanicznej przekładni.

Trzeci stopień przekładni jest złożony z zębatego koła czołowego *21* o 14 zębach, osadzonego luźno na osi *18*, lecz przymocowanego 4 wkrętami do bębna sprzęgła ciernego, tworząc z nim mechaniczną całość, oraz koła czołowego *24* o 42 zębach osadzonego na osi głównej *25* (rys. V-10), na którym znajduje się również koło zębate *5* napędzające suwak nastawczy.

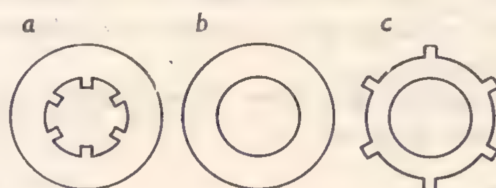
Koło zębate *24* ma z boku, na części obwodu, nadlew oporowy. Nadlew ten po ukończeniu pełnego przesuwu suwaka nastawczego uderza o nadlew oporowy, znajdujący się na łożysku osi głównej, zatrzymując napęd w położeniu krańcowym. Koło *24* podczas pełnego przesuwu suwaka nastawczego wykonuje obrót o 263°. Przenoszenie obrotów drugiej pary kół zębatych na trzecią parę odbywa się przez sprzęgło cierne.

d. Sprzęgło cierne

Sprzęgło cierne służy do ochrony silnika przed uszkodzeniem w razie trudności w przesunięciu iglic do krańcowego położenia. Sprzęgło pracuje również w czasie rozprucia zwrotnicy.

Ruch obrotowy silnika z drugiej pary kół *16* i *17* na trzecią parę *21* i *24* przenosi sprzęgło cierne. Ruch ten jest przenoszony od koła *17* przez oś *18*, stalowe tarcze zewnętrzne, tarcze cierne oraz tarcze wewnętrzne i dalej przez bęben sprzęgłowy na koło *21* osadzone na bębnie.

Sprzęgło cierne składa się z bębna sprzęgłowego *22* osadzonego luźno na osi *18* (rys. V-16) i pokrywy dociskowej. Wewnątrz sprzęgła znajdują się 4 tarcze stalowe i 3 ferrodowe lub karborundowe (rys. V-17). Zewnętrzne tarcze stalowe *3*



Rys. V-17. Tarcze sprzęgła ciernego
a — stalowa napędzana, *b* — ferrodowa lub karborundowa tarcza cierna, *c* — stalowa napędzająca

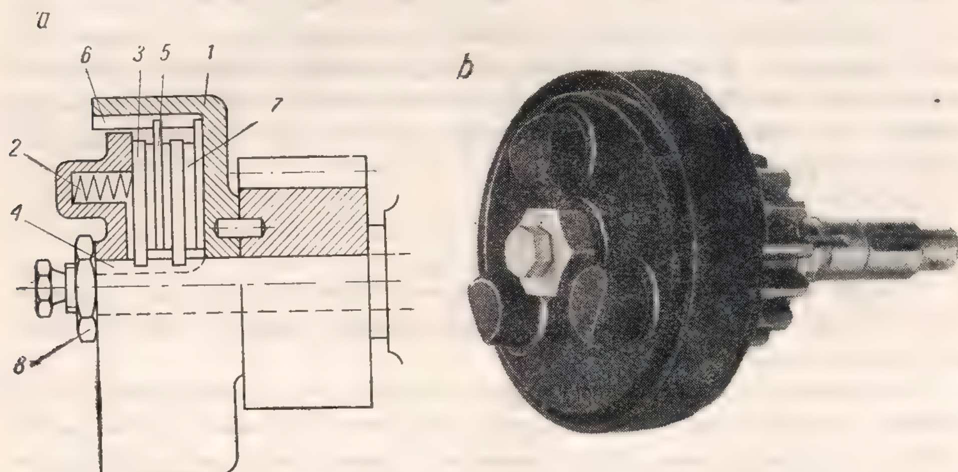
(rys. V-18a) zazębiają się z osią *18* (rys. V-16), a wewnętrzne tarcze stalowe *5* zazębiają się z wewnętrzną powierzchnią bębna *6*. Dlatego koniec osi (rys. V-19) i wewnętrzna powierzchnia obwodowa bębna (rys. V-20) mają po sześć podłużnych wpustów.

Odpowiednio do tych wpustów są ukształtowane otwory w zewnętrznych tarczach stalowych *3* (rys. V-18) oraz krawędzie obwodowe wewnętrznych tarcz stalowych *5*.

Tarcze stalowe i cierne są dociskane przez pokrywę dociskową sprzęgła za pomocą nakrętki regulacyjnej *8*. Przed odkręceniem się podczas pracy silnika nakrętka ta jest zabezpieczona odpowiednią śrubą zaciskającą, wkręconą w koniec osi *4* (rys. V-18a).

We wgłębieniach pokrywy dociskowej znajdują się 3 symetrycznie rozmieszczone dociskowe sprężyny śrubowe *2*, których zadaniem jest równomierne naciskanie pokrywy na tarcze.

Przy obrocie osi w łożyskach skrzynki przekładniowej obracają się wraz z kołem zębatym *21* osadzone na końcu osi stalowe tarcze zewnętrzne. Tarcze



Rys. V-18. Sprzęgło cierne

a — przekrój, *b* — widok

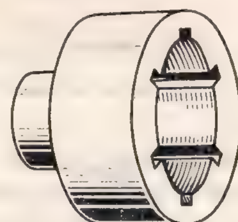
1 — osłona żeliwna, *2* — sprężyna dociskowa, *3* — tarcza stalowa zewnętrzna, *4* — oś, *5* — tarcza stalowa wewnętrzna *6* — bęben sprzęgła, *7* — tarcze ferrodowe lub karborundowe, *8* — nakrętka regulacyjna

te — za pośrednictwem tarcz ciernych odpowiednio dociskane do stalowych tarcz wewnętrznych — obracają bęben sprzęgłowy z połączonym z nim kołem zębatym *21* (rys. V-16).

Koło zębate *21* zazębiając się z kołem *24* osadzonym na głównej osi napędu przenosi ruch obrotowy na tę oś.



Rys. V-19.
Oś z podłużnymi wpustami



Rys. V-20. Bęben sprzęgła z wewnętrznymi wpustami podłużnymi

Sprzęgło cierne reguluje się w napędach normalnych na siłę nastawczą od 400 do 500 kG, a w napędach szybkobieżnych — od 200 do 300 kG. Taką siłę zdolny jest pokonać silnik przy przełożeniu przekładni 1:75 w napędach normalnych lub 1:31 w napędach szybkobieżnych. Regulacja sprzęgła odbywa się w zasadzie w zakładzie produkcyjnym za pomocą dynamometru. Jednak wskutek zużywania się tarcz ferrodowych zachodzi potrzeba dokonania co

pewien czas regulacji sprzęgła na miejscu w zainstalowanym napędzie. Regulacji sprzęgła w terenie dokonuje się przez wstawienie — między iglicę a opornicę na osi zamknięcia iglicowego — jakiegoś twardego przedmiotu, np. młotka, i następnie włączenie prądu do napędu. Przy takiej próbie prąd nastawczy pobierany przez silnik powinien wynosić około 150% nominalnego prądu, tj. około 10 A.

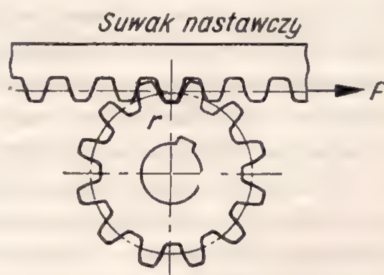
Siła zaporowa, jaka działa na iglice zwrotnicy, powinna być równa sile nastawczej silnika. Gdyby siła zaporowa była zbyt wielka w stosunku do siły nastawczej, wówczas zapewniałaby ona wprawdzie należyte przytrzymywanie iglic w krańcowym położeniu, ale w razie rozprucia zwrotnicy mogłoby to stać się przyczyną wygięcia iglicy odsuniętej.

Mała siła zaporowa nie zapewniałaby należytego przytrzymania iglic w krańcowym ich położeniu, natomiast w razie rozprucia zwrotnicy nie stanowiłaby przeszkody przy przesuwie iglic.

W czasie robót konserwacyjnych należy zwracać baczną uwagę na to, aby sprzęgła nie zanieczyścić olejem, gdyż siła tarcia znacznie się wówczas zmniejszy i nie zostanie osiągnięta odpowiednia siła nastawcza.

e. Zębate koło napędowe

Ruch silnika przenosi się za pomocą trzeciej pary kół *21* i *24*. Na osi głównej osadzonej w dwóch łożyskach jest umieszczone koło zębate napędowe *5*, uzębione na całym obwodzie i mające 12 silnych zębów na powierzchni czołowej; z zębami tymi współpracuje suwak nastawczy napędu, umieszczony nad kołem napędowym (rys. V-21). Koło napędowe jest zaklinowane na osi głównej napędu.



Rys. V-21. Koło zębate napędowe suwaka nastawczego

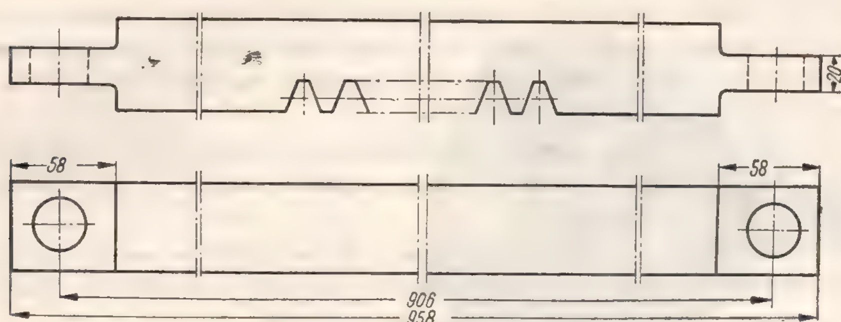
Aby suwak nastawczy wykonał przesuw na drodze 220 mm, koło napędowe powinno wykonać obrót o około 263°, czyli taki, jaki wykonuje koło *24*. Jeśli droga przesuwu suwaka nastawczego wynosi 150 mm, to koło wykonuje obrót o około 179°.

f. Suwak nastawczy

Obrotowy ruch koła napędowego *5* przenosi się na posuwisty ruch zębatego suwaka nastawczego. Suwak nastawczy jest to pręt stalowy o przekroju 50×50 mm i długości całkowitej 958 mm (rys. V-22). Do jednego z końców suwaka, zależnie od tego, z której strony zwrotnicy znajduje się napęd, przymocowany jest pręt nastawczy, połączony z zamknięciem nastawczym zwrotnicy. Na obu

końcach suwak nastawczy ma otwory do połączenia go z prętem nastawczym. Dzięki temu suwaka nie potrzeba przekładać z jednej strony na drugą, co jest dużym ułatwieniem przy montażu napędu.

Suwak nastawczy jest umieszczony w napędzie w taki sposób, że jego dolna strona jest zazębiona z zębatym kołem napędowym. Suwak porusza się w prowadnicach obudowy napędu, dopasowanych do poprzecznego przekroju suwaka.



Rys. V-22. Suwak nastawczy

Dla ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi i zaciekaniem wystających ze skrzyni napędu końców suwaka nastawczego na przedłużeniu prowadnic znajdują się osłony blaszane, przymocowane do napędu za pomocą śrub.

g. Urządzenie sterujące

Zadaniem urządzenia sterującego jest przełączanie obwodów kontrolnego i nastawczego oraz zamykanie napędu zwrotnicowego w położeniu krańcowym. Po osiągnięciu zmienionego położenia przez napęd zwrotnicowy prąd kontrolny wyłączony na początku nastawiania zwrotnicy jest ponownie włączony.

Urządzenie sterujące (rys. V-23) składa się z dwóch tarcz sterujących *11*, dwóch dźwigni kątowych sterujących *5* oraz dwóch zespołów sprężyn stykowych *3*. Tarcze sterujące są osadzone na samym końcu osi głównej, na której jest osadzone koło zębate napędowe *5* (rys. V-10), i wykonują obroty o ten sam kąt 263° lub 179° w czasie nastawiania zwrotnicy.

Na części obwodu tarcze sterujące mają wycięcia, w które zapadają rolki ślizgowe dźwigni sterujących. Do każdej z tarcz jest przymocowana obrotowo zapadka, której wychylenia z końcowych położeń ograniczone są opórkami.

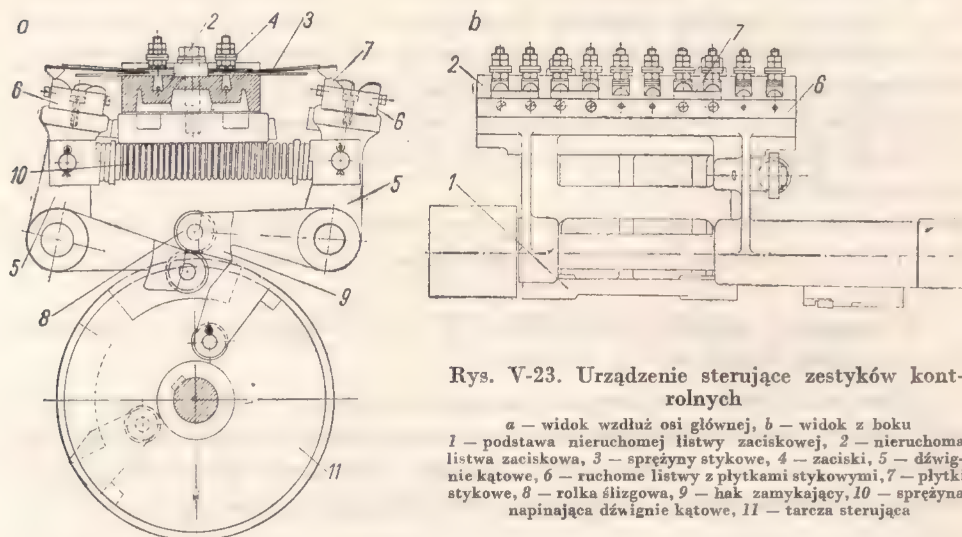
Na początku nastawiania zwrotnicy zapadka oparta o opórkę podnosi łagodnie rolkę ślizgową dźwigni kątowej *5*. Nastąpi wtedy przełączenie styków i przygotowanie obwodu nastawczego do odwrotnego kierunku obrotów silnika. W końcowej fazie nastawiania zwrotnicy zapadka drugiej tarczy sterującej opiera się o swoją opórkę, a na jej krawędzi znajdzie się rolka ślizgowa drugiej dźwigni kątowej.

Po nastawieniu zwrotnicy sprężyna napinająca *10* spowoduje zapadnięcie rolki ślizgowej w wycięcie tarczy i zapadka zostaje odrzucona do opórki. Ste-

rująca dźwignia kątowa zmieni swoje położenie i przełączy sprężyny stykowe 3, przerywając obwód nastawczy. Silnik przestaje pracować.

Szybkie przerywanie obwodu nastawczego zmniejsza iskrzenie, a tym samym wypalanie styków.

Każda dźwignia kątowa 5 ma po jednym ramieniu pionowym i po dwa ramiona poziome. Jedno ramię poziome jest zakończone rolką ślizgową, toczącą się podczas pracy napędu po obwodzie tarczy sterującej 11. Drugie ramię poziome jest zakończone hakiem zamykającym 9, który wchodzi w odpowiednie wycięcia w suwakach kontrolnych.



Rys. V-23. Urządzenie sterujące zestyków kontrolnych

a — widok wzdłuż osi głównej, *b* — widok z boku
1 — podstawa nieruchomej listwy zaciskowej, *2* — nieruchoma listwa zaciskowa, *3* — sprężyny stykowe, *4* — zaciski, *5* — dźwignie kątowe, *6* — ruchome listwy z płytkami stykowymi, *7* — płytki stykowe, *8* — rolka ślizgowa, *9* — hak zamykający, *10* — sprężyna napinająca dźwignie kątowe, *11* — tarcza sterująca

Do pionowego ramienia dźwigni kątowej jest przymocowana listwa 6 z płytkami stykowymi, które wskutek wahadłowych ruchów dźwigni zwierają odpowiednie sprężyny stykowe 3 obwodu nastawczego lub kontrolnego.

Rozróżniamy dwa rodzaje płytek stykowych: szerokie i wąskie. Płytki stykowe są sprężynujące, co zapewnia lepszy styk ze sprężynami stykowymi.

Podczas montażu szczególną uwagę należy zwrócić na prawidłowe rozmieszczenie płytek stykowych. Płytki stykowe szerokie powinny być zawsze umieszczone na wewnętrznych krawędziach listew, a płytki wąskie na jej zewnętrznych krawędziach. W razie odwrotnego rozmieszczenia płytek na listwach może nastąpić zamknięcie obwodu kontrolnego, mimo że napęd nie będzie znajdował się w krańcowym położeniu.

Silna sprężyna napinająca 10 łączy pionowe ramiona dźwigni kątowych i powoduje odpowiednie przyleganie rolek ślizgowych do powierzchni obwodowych tarcz sterujących oraz zapewnia szybsze przełączanie styków i pewne zamykanie suwaków kontrolnych. Rolki ślizgowe w tym napędzie są przeznaczone do sterowania układem dźwigni kątowych, a nie do mechanicznego unieruchamiania sprzęgła, jak w napędach typu lekkiego.

Przełączanie haków zamykających odbywa się za pomocą poziomych ramion dźwigni kątowych, sterujących rolkami ślizgowymi *8*.

Podczas uruchamiania wirnika odpowiednia krawędź zapadki tarczy sterującej podnosi rolkę ślizgową. Jeżeli tarcze sterujące obracają się w lewo, to odpowiednia krawędź zapadki tarczy sterującej podnosi rolkę lewej dźwigni kątowej i przerywa obwód kontrolny oraz przygotowuje obwód nastawczy do następnego nastawienia zwrotnicy w odwrotnym do pierwszego kierunku, które może nastąpić po przełożeniu dźwigni zwrotnicowej w stronę przeciwną lub po wyciągnięciu przycisku sterującego, nawet przed dojściem zwrotnicy do krańcowego położenia.

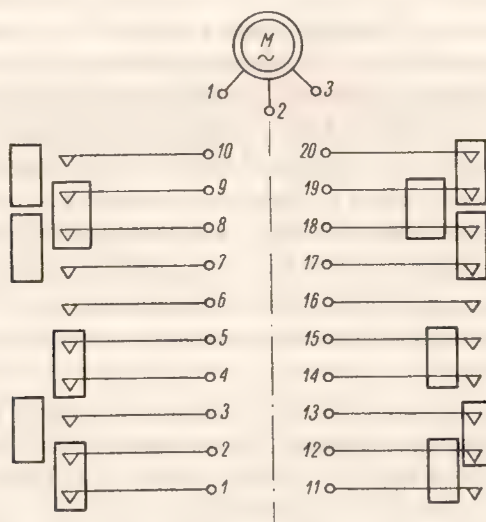
W końcowej fazie nastawiania zwrotnicy, a więc w końcowym okresie pracy napędu, krawędź zapadki drugiej tarczy sterującej powoduje nagłe zeskoczenie rolki ślizgowej i błyskawiczne przerwanie obwodu prądu nastawczego, dzięki czemu zapobiega się powstawaniu łuku elektrycznego na stykach i zamknięcie obwodu kontrolnego dla nowego położenia napędu.

Zestyki kontrolne są wykonywane w formie sprężyn stykowych i płytek miedzianych.

Sprężyny stykowe zakończone są styczkami. Styczki pracują na docisk i na posuw z płytkami stykowymi, co zapewnia czyszczenie powierzchni zestyku.

W napędach obecnie eksploatowanych rozmieszczenie płytek stykowych jest wykonane często według rysunku V-24.

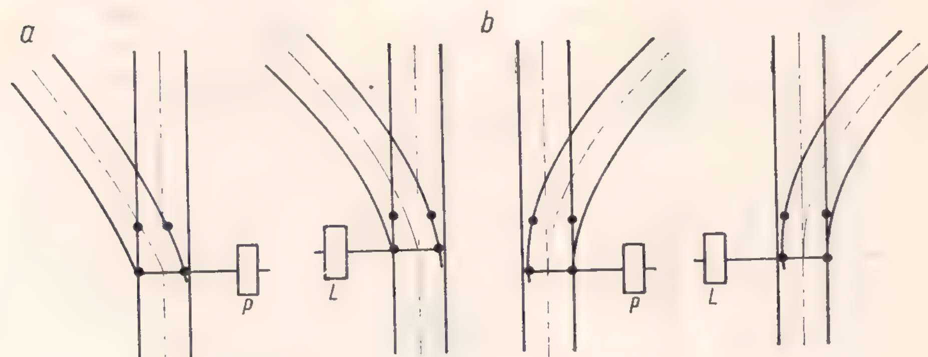
Jeden rząd sprężyn stykowych ma numerację od *1* do *10*, a drugi rząd — od *11* do *20*. Numeracja rozpoczyna się od strony puszki kablowej w kierunku silnika. W starszych wykonaniach urządzeń sterujących numeracja ta jest podana na schematach w odwrotnym kierunku. Ze względu na to, że płytki



Rys. V-24. Rozmieszczenie zestyków kontrolnych i płytek stykowych w elektrycznym napędzie zwrotnicowym; stan zasadniczy — lewe położenie suwaków

zazwyczaj mają jednakowe umocowanie do listew, może zaistnieć możliwość ich zamiany, co może być dokonane tylko po dokładnym przeanalizowaniu i zbadaniu właściwości działania układu.

Suwaki w napędzie mogą zajmować położenie lewe lub prawe, patrząc na napęd od strony początku zwrotnicy (rys. V-25). Dla lewego położenia suwaka obwód prądu jest zamknięty przez zestyk kontrolny *1—2*, znajdujący się na lewej listwie zestyków, natomiast dla prawego położenia suwaka — przez zestyk kontrolny *11—12*, umieszczony na prawej listwie zestyków kontrolnych



Rys. V-25. Położenia suwaków w napędzie
a — zwrotnica lewostronna, *b* — zwrotnica prawostronna, *L* — napęd lewy, *P* — napęd prawy

(rys. V-24). Odpowiednia listwa stykowa zajmuje więc takie położenie, że prąd nastawczy przepływa przez sprężyny stykowe, zwierane płytką szeroką, umocowaną na listwie od strony wewnętrznej.

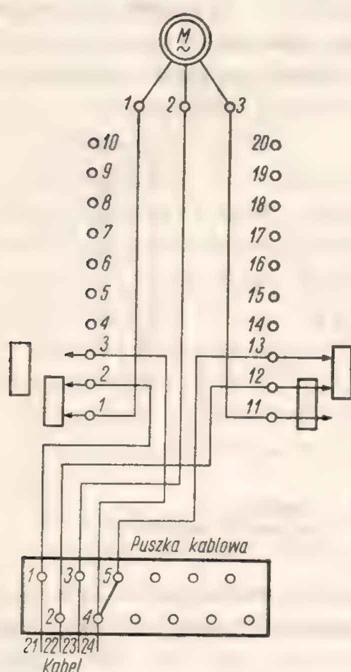
Na rysunku V-26 przedstawiono montażowy układ wewnętrznych połączeń napędu zwrotnicowego, z którego wynika, że numeracja sprężyn kontrolnych liczy się począwszy od strony doprowadzenia kabla (skrzynki kablowej) w kierunku silnika, przy czym sprężyny stykowe po lewej stronie są numerowane od *1* do *10*, a po prawej — od *11* do *20*. Podczas pracy napędu następuje przechylenie się lewej listwy stykowej do wewnątrz i przerwanie połączenia sprężyn *1—2* oraz połączenie sprężyn *2—3* w celu rozwarcia obwodu nastawczego i zamknięcia obwodu kontrolnego.

Przez zwarte sprężyny *1—2* lub *11—12* w obwodzie prądu nastawczego popłynie duży prąd, który może spowodować dość silne nagrzanie płytek stykowych. Wobec tego zwiększono powierzchnie odpowiednich płytek. Natomiast zwieranie sprężyn *2—3* i *12—13* w obwodzie kontrolnym nie ma uzasadnienia na stosowanie szerokich płytek, gdyż w obwodzie kontrolnym płynie prąd o znacznie mniejszym natężeniu.

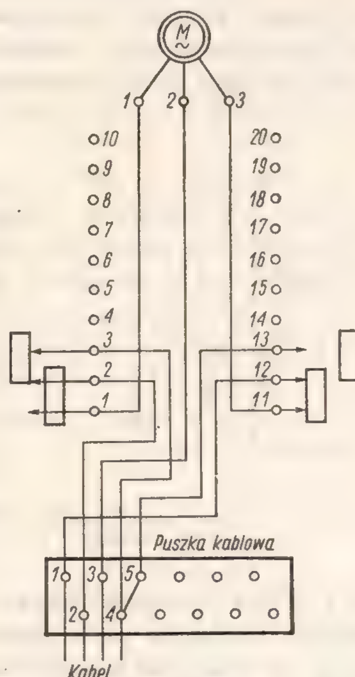
W niektórych napędach zdarzają się połączenia wykonane przez sprężyny stykowe *8—9—10* i *18—19—20* (rys. V-24). W takim przypadku płytka szeroka zwiera sprężyny *9—8* na listwie lewej i *19—18* na prawej listwie stykowej.

Na rysunku montażowym wewnętrznych połączeń napędu zwrotnicowego dla prawego położenia suwaka (rys. V-27) obwód nastawczy jest przygotowany

przez zestyk *12—11*, a nie jak uprzednio przez *2—1*. Prąd kontrolny w stanie zasadniczym przepływa przez zacisk *3* silnika, zestyk kontrolny *11—12*, zacisk *1*, do przekaźnika kontrolnego i z powrotem do zacisku *2*, przez zestyk kontrolny *2—3*, zacisk napędu *4* i dalej do transformatora kontrolnego.



Rys. V-26. Schemat połączeń wewnętrznych w napędzie zwrotnicowym dla suwaka w lewym położeniu

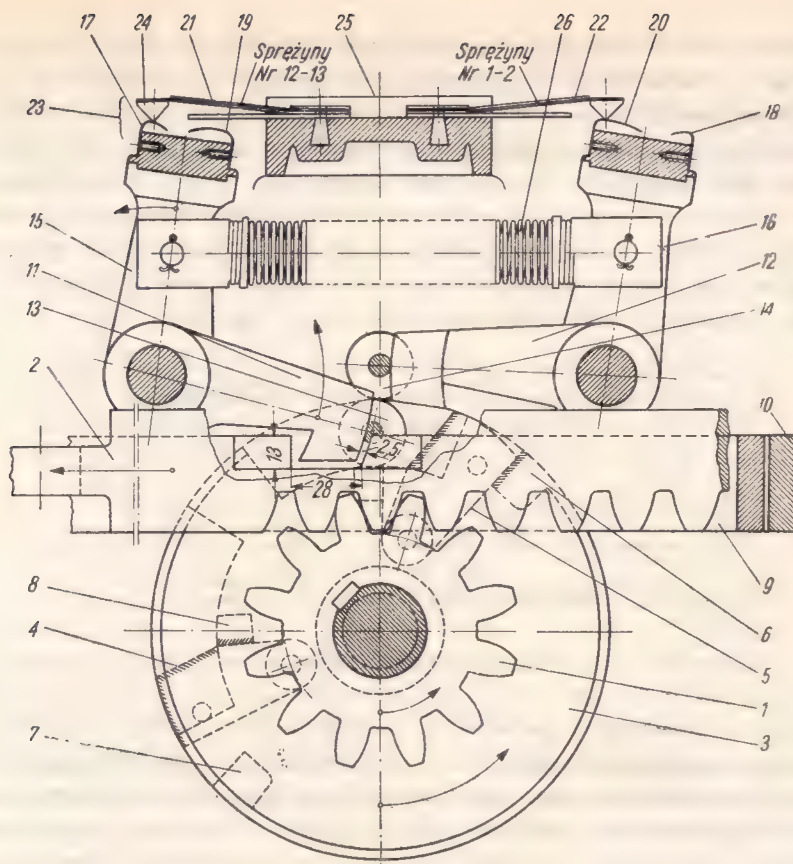


Rys. V-27. Schemat połączeń wewnętrznych w napędzie zwrotnicowym dla suwaka w prawym położeniu

W napędach sprzężonych nie stosuje się szerokiej płytki dla skrócenia czasu przejścia sprężyn stykowych podczas pracy napędu. W takim przypadku należy przystosować przekaźnik nastawczy do opóźnionego zwalniania kotwicy przez zbocznikowanie jego środkowej cewki podtrzymującej kondensatorem o pojemności 500 μF w układzie szeregowym z opornością 10 Ω.

Jak wiadomo, napęd elektryczny oprócz przestawiania iglic zwrotnicy powinien kontrolować ich przyleganie do opornic w krańcowych położeniach zwrotnicy. Aby nastąpiło spełnienie tego warunku, konieczne jest prawidłowe usytuowanie napędu w stosunku do zwrotnicy oraz dokładne wyregulowanie zamknięć nastawczych i prętów łączących suwaki napędu.

Rysunek V-28 przedstawia urządzenie do kontroli iglic, które jest wbudowane w napęd zwrotnicy. Kontrola położenia iglic jest dokonywana samoczynnie przez współdziałanie dwóch tarcz sterujących *3*, obracanych kołem napędowym *1* oraz z dźwigniami sterującymi *15* i *16* zakończonymi hakami kontrolnymi *11* i *12* i rolkami ślizgowymi *13* i *14*.



Rys. V-28. Urządzenie do kontroli iglic w napędzie typu ciężkiego

1 — koło napędowe zębate, *2* — suwak nastawczy, *3* — tarcze sterujące, *4* — nadlew podnoszący rolkę prawą, *5* — nadlew podnoszący rolkę lewą, *6*, *7* — nasadki na nadlewach, *8* — opórka dla nadlewu podnoszącego, *9*, *10* — suwaki kontrolne, *11* i *12* — haki kontrolne dźwigni sterujących, *13* i *14* — rolki ślizgowe, *15* i *16* — dźwignie sterujące, *17*, *18*, *19*, *20* — płytki stykowe listew ruchomych, *21*, *22* — sprężyny stykowe, *23* — zestyk styczki sprężyny stykowej z płytką stykową listwy ruchomej, *24* — styczka sprężyny stykowej, *25* — mostek z listwami nieruchomymi, *26* — sprężyna napinająca dźwignie kątowe

Haki kontrolne zapadają w wycięcie suwaków kontrolnych pod działaniem sprężyny *26*. Haki oddziałują na oba suwaki kontrolne. Każda rolka ślizgowa toczy się po obwodzie odpowiedniej tarczy sterującej i zapada w jej wycięcie.

h. Suwaki kontrolne

Zadaniem suwaków kontrolnych (rys. V-29) jest kontrolowanie w sposób mechaniczny położenia i przylegania iglic zwrotnicowych.

Suwaki te są wykonywane z pręta stalowego o przekroju 15 ×30 mm. W jednym końcu suwaka odpowiednio przystosowanym znajduje się otwór, w którym za pomocą sworznia jest umocowany jeden z prętów kontrolnych iglic.

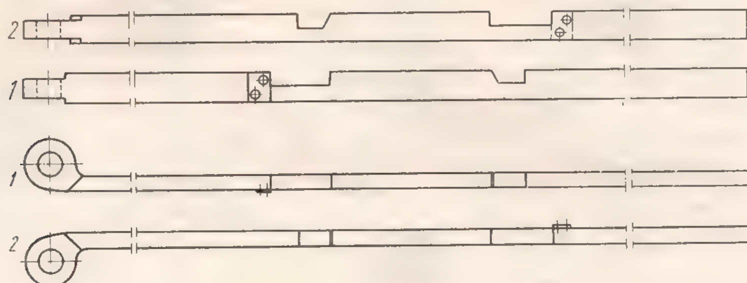
Zależnie od typu i konstrukcji rozjazdu skok suwaka waha się w granicach od 140 do 160 mm. Obydwa suwaki przylegają do siebie.

W razie nieprzylegania iglicy do opornicy lub wykonywania niewłaściwego

skoku przez iglicę odsuniętą od opornicy hak ryglujący nie zapadnie w wycięcia suwaków, a zatem nie nastąpi przełączenie zestyków kontrolnych.

Każdy z suwaków kontrolnych ma na górnej powierzchni po dwa odpowiednie wycięcia dla plusowego i minusowego położenia zwrotnicy. W wycięcia te wchodzą haki kontrolne dźwigni sterujących (rys. V-27), kontrolując w ten sposób właściwe położenie iglic w momencie zakończenia nastawiania zwrotnicy.

Haki kontrolne oprócz kontrolowania prawidłowego położenia iglic ryglują je mechanicznie, tak że uszkodzenia powstałe w zamknięciu nastawczym zwrotnicy nie spowodują niebezpiecznego przesunięcia się iglic.



Rys. V-29. Suwaki kontrolne

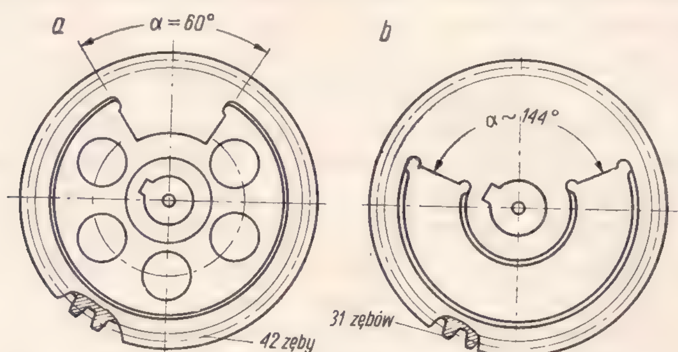
Gdyby po ukończeniu nastawiania zwrotnicy którakolwiek z iglic nie zajęła krańcowego położenia, wskutek np. uszkodzenia zamknięcia nastawczego lub innej przyczyny, wówczas suwak kontrolny połączony z tą iglicą nie zostanie przesunięty w krańcowe położenie. Właściwy hak kontrolny dźwigni sterującej nie wejdzie wobec tego w wycięcie suwaka, a zatem dźwignia sterująca ustawi się w położeniu pośrednim. W położeniu tym nie nastąpi zamknięcie obwodu kontrolnego, a więc nie uzyska się w nastawni kontroli nastawiania zwrotnicy.

5. Elektryczny napęd zwrotnicowy szybkobieżny typu ciężkiego (B)

Szybkobieżność w napędzie zwrotnicowym typu B stosowanym na górkach rozrządowych uzyskano przez zmianę konstrukcji elementów wewnętrznych, np. przez skrócenie drogi nastawczej z 220 mm do 150 mm, przez zmianę przełożenia przekładni zębatej z 1:75 na 1:31. Czas przestawiania zwrotnicy za pomocą napędu szybkobieżnego wynosi około 0,5 s. Silnik elektryczny prądu zmiennego o mocy 1 KM zostawiono ten sam. W napędach tych znajdują zastosowanie silniki na prąd stały (220 V-PASO-90/2/85). Należy tu podkreślić, że są daleko zaawansowane prace nad konstrukcją silnika na prąd stały 120 V o parametrach zbliżonych do silnika S, zastosowanego w napędach szybkobieżnych typu B.

Skrócenie skoku suwaka nastawczego uzyskano przez odpowiednie rozmieszczenie i ukształtowanie nadlewu oporowego na kole zębatym *24* (rys. V-10), umieszczonym na osi głównej i na pokrywie łożyska. Nadlew oporowy na pokrywie łożyska został przesunięty bliżej łożyska osi głównej ze względu na

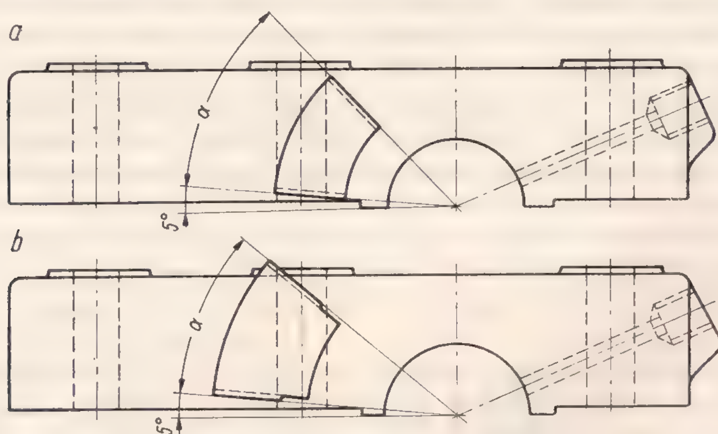
zmniejszenie średnicy współpracującego koła zębatego (rys. V-30), a tym samym umożliwione zostało jego poszerzenie. Różnica w szerokościach, mierzona w stopniach, jest pokazana na pokrywie łożyska (rys. V-31) przez porównanie kątów α oraz przez porównanie również kątów α pokazanych na rysunku V-30.



Rys. V-30. Koło zębate
a — napędu normalnego, b — napędu szybkobieżnego

Zmniejszenie przełożenia trzeciej pary kół zębatych osiągnięto przez zmianę stosunku średnic podziałowych kół zębatych, uwidocznionych na rysunkach V-30 i V-32.

Koło zębate *24*, pokazane na rysunku V-10, jest osadzone na osi głównej za pomocą klina. Współpracuje ono z kołem zębatym, pokazanym na rysunku V-32, które jest połączone czterema śrubami z korpusem sprzęgła ciernego.

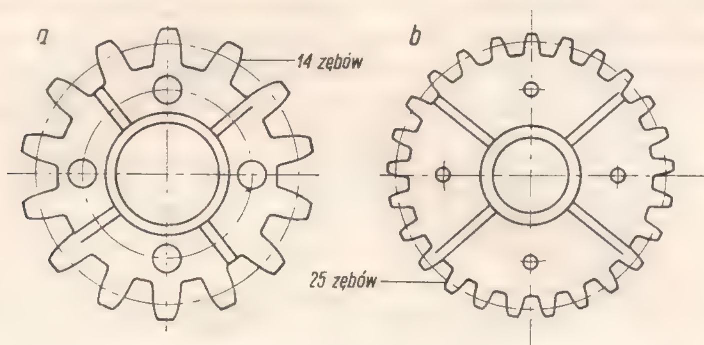


Rys. V-31. Pokrywa łożyska
a — napędu normalnego, b — napędu szybkobieżnego

Oba te koła znajdują się poza osłoną zamykającą dwie pary kół zębatych i są przedzielone od nich sprzęgłem ciernym.

Przełożenia kół zębatych znajdujących się w osłonie nie uległy zmianie w porównaniu z przełożeniem w napędzie normalnym i wynoszą obydwa 9:45.

w rezultacie otrzymujemy z dwóch par kół zębatych przełożenie 1:25. Trzecia para kół zębatych, znajdująca się poza osłoną, składa się z kół zębatych widocznych na rysunkach V-30 i V-32; w napędzie szybkobieżnym ma ona stosunek liczby 25:31, co stanowi przełożenie przekładni około 1:1,24. W napędzie normalnym wynosi ona 14:42, tj. 1:3.



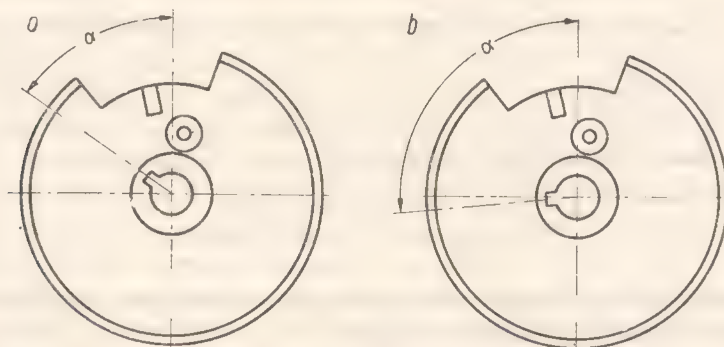
Rys. V-32. Koło zębate trzeciej przekładni osadzone na osi głównej
a — w napędzie normalnym, *b* — w napędzie szybkobieżnym

Całkowite więc przełożenie w napędzie szybkobieżnym typu B wyniesie 1:31 $\left(\frac{1}{25} \cdot \frac{25}{31} = \frac{1}{31}\right)$, a w normalnym 1:75 $\left(\frac{1}{25} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{75}\right)$.

Z przytoczonych obliczeń wynika, że przekładnia napędu szybkobieżnego ma przełożenie całkowite o około 2,4 raza większe niż napędu normalnego.

Dzięki tym zmianom czas nastawiania zwrotnicy za pomocą napędu szybkobieżnego wynosi około 0,5 s; to jednak spowodowało zmniejszenie siły nastawczej napędu, którą przy użyciu tego samego sprzęgła ciernego ustalono na 250 kG.

Skrócenie drogi nastawczej z 220 na 150 mm wymaga również przerobienia tarcz sterujących w napędzie zestyków kontrolnych. Różnica pomiędzy tarczami sterującymi obu napędów (rys. V-33) polega na przesunięciu wycięcia w piaście, umożliwiającego umocowanie tarczy na osi głównej napędu za pomocą klina.



Rys. V-33. Tarcze sterujące
a — w napędzie normalnym, *b* — w napędzie szybkobieżnym

W normalnym napędzie długość nadlewu ograniczona jest kątem 60°, a kąt obrotu koła *24* dla przesuwu suwaka o 220 mm wynosi 263°. Dla przesuwu suwaka o 150 mm nadlew ten jest dłuższy i ograniczony kątem środkowym 144°. Nadlew oporowy znajdujący się na górnej części łożyska osi głównej jest przesunięty bliżej środka, natomiast jego długość nie uległa zmianie (rys. V-31).

Po nastawieniu zwrotnicy musi nastąpić samoczynne przerwanie obwodu nastawczego. Aby tak się stało, jedna z tarcz sterujących jest obrócona na osi głównej o kąt 84° w stosunku do jej położenia przy napędzie normalnym (rys. V-33). Wskutek tego uzyskuje się wcześniejsze zaskoczenie rolki ślizgowej w wycięcie znajdujące się na obwodzie tarczy. Następuje więc przerwanie obwodu nastawczego po obróceniu się osi głównej napędu o kąt 179°, a zatem po wykonaniu przesuwu 150 mm. Zmiana konstrukcyjna tarczy sterującej dla przesunięcia jej o kąt 84° polega na wycięciu rowka klinowego w innym miejscu piasty.

Zmniejszenie przełożenia przekładni zębatej zostało osiągnięte przez zmianę stosunku średnic podziałowych trzeciej pary kół zębatych *21* i *24* (rys. V-10). W napędzie normalnym średnica podziałowa koła *21* wynosi 70 mm przy 14 zębach, a średnica podziałowa koła *24* wynosi 210 mm przy 42 zębach. Natomiast w napędzie szybkobieżnym średnica podziałowa koła *21* wynosi 125 mm przy 25 zębach, a koła *24* — 155 mm przy 31 zębach.

6. Montaż elektrycznych napędów zwrotnicowych

Elektryczny napęd zwrotnicowy ustawia się na zewnątrz szyn. Najwłaściwszym miejscem ustawienia napędu jest umieszczenie go od strony iglicy dosuniętej, gdy zwrotnica znajduje się w położeniu zasadniczym.

Tak umocowany napęd zwrotnicowy powoduje, że suwak nastawczy przy zasadniczym położeniu zwrotnicy będzie wciągnięty do wnętrza napędu i lepiej zabezpieczony przed wpływami atmosferycznymi lub uszkodzeniem.

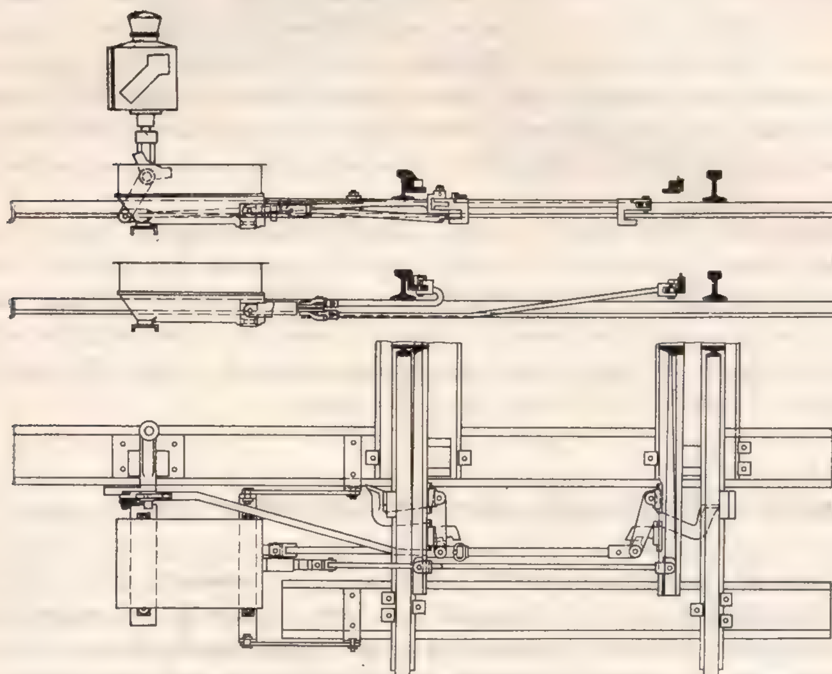
Zależnie od tego, z której strony napęd zostanie ustawiony, tj. z prawej czy z lewej, należy ustawić odpowiednio suwak nastawczy względem suwaków kontrolnych; w tym celu w skrzyni napędu jest wykonany otwór prostokątny po każdej stronie suwaków kontrolnych, z których jeden jest zamknięty przykrywką.

Na rysunku V-34 jest pokazany sposób ustawienia napędu z kontrolą iglic przy zwrotnicy rozjazdu zwyczajnego. Napęd umieszczony jest z lewej strony, suwak nastawczy wciągnięty i ustawiony także po lewej stronie w stosunku do suwaków kontrolnych. Przy takim umocowaniu napędu zamknięte są styki urządzenia sterującego *1—2* i *5—6* (rys. V-2).

Elektryczny napęd typu lekkiego jest zwykle przymocowany 4 śrubami do 2 poprzecznych płaskowników łożyskowych. Zewnętrzny płaskownik łożyskowy jest połączony z podrozjazdnicą na stałe, drugi zaś płaskownik jest połączony z 2 sąsiednimi podrozjazdnicami przegubowo za pomocą specjalnych

łączników. Przegubowe przymocowanie zapobiega przenoszeniu na napęd wstrząsów wywołanych przez przejeżdżający tabor.

Elektryczny napęd zwrotnicowy typu ciężkiego przymocowuje się na zewnątrz toków szyn toru za pomocą specjalnych konstrukcji stalowych. Jeśli zwrotnica znajduje się w położeniu zasadniczym, to napęd jest umieszczony zazwyczaj od strony iglicy przylegającej, a suwak nastawczy jest wciągnięty do wnętrza napędu. Taki sposób przymocowania napędu zabezpiecza suwaki



Rys. V-34. Umocowanie napędu zwrotnicowego typu lekkiego (A)

przed uszkodzeniami i wygięciami, ponieważ suwak nastawczy i suwaki kontrolne będą wówczas wsunięte do wnętrza napędu. Dzięki temu wystające na zewnątrz końce suwaków w mniejszym stopniu są narażone na uszkodzenia i zanieczyszczenia.

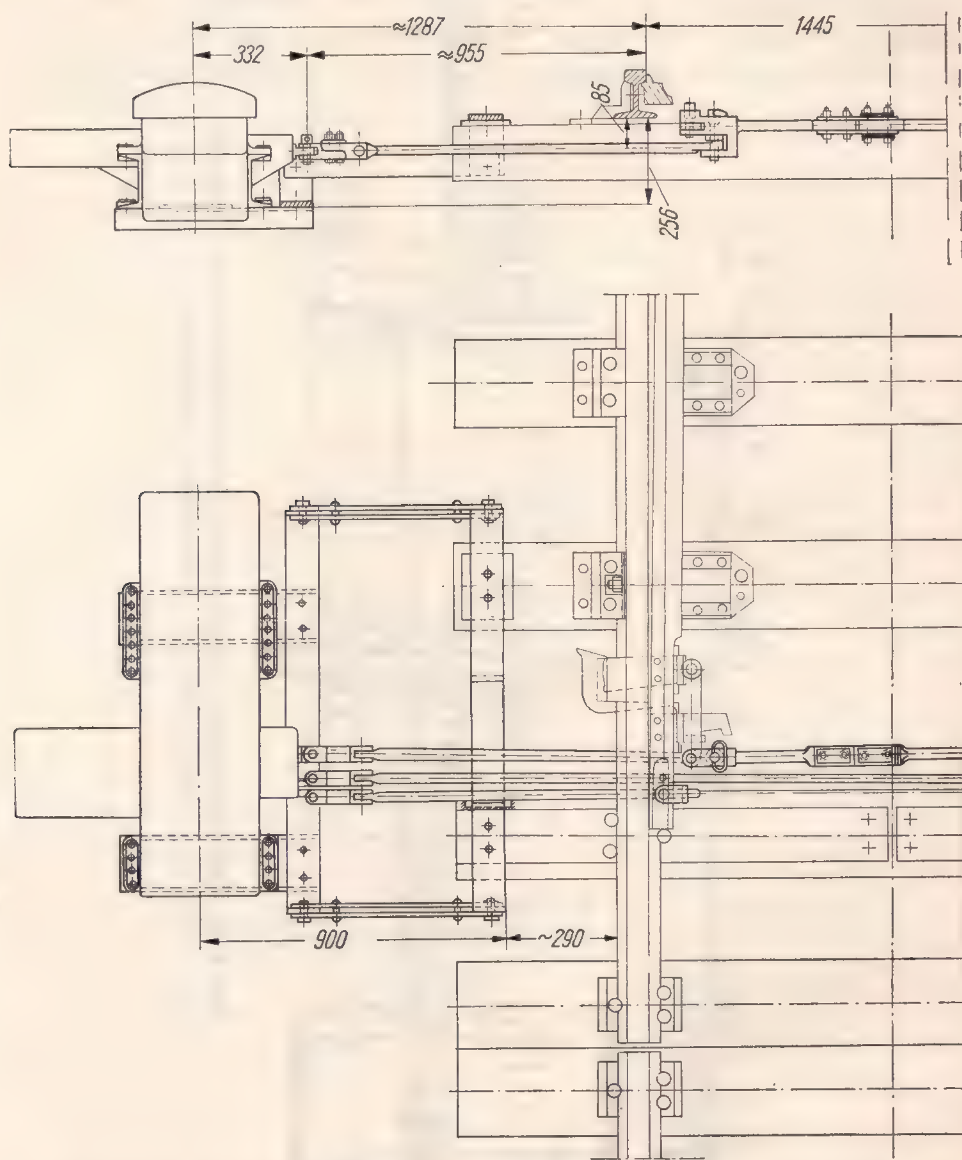
Przed przystąpieniem do przymocowania napędu należy wyregulować zamknięcia iglicowe i ściąg iglicowy. W niektórych przypadkach przed uregulowaniem izoluje się pręt nastawczy i pręty kontrolne. Dopasowanie wycięć w prętach nastawczych i kontrolnych wykonuje się po przymocowaniu napędu.

W miejscu instalowania napędu należy dać odpowiednią podsypkę tłuczniową, a przestrzeń między podrozjazdnicami, w której znajdują się pręty nastawcze i kontrolne, należy uporządkować i odwodnić.

Napęd elektryczny przyśrubowuje się do krótkich pasów specjalnego łoża. Krótkie poprzeczne pasy są połączone długim dolnym pasem, a ten — za pomocą specjalnych łączników — z pasem górnym. Pas górny jest przymocowany

wkrętami do podrozjazdnic. Przez zastosowanie łoża uzyskuje się stabilność napędu mimo wstrząsów w rozjeździe wywołanych przejeżdżającym taborem.

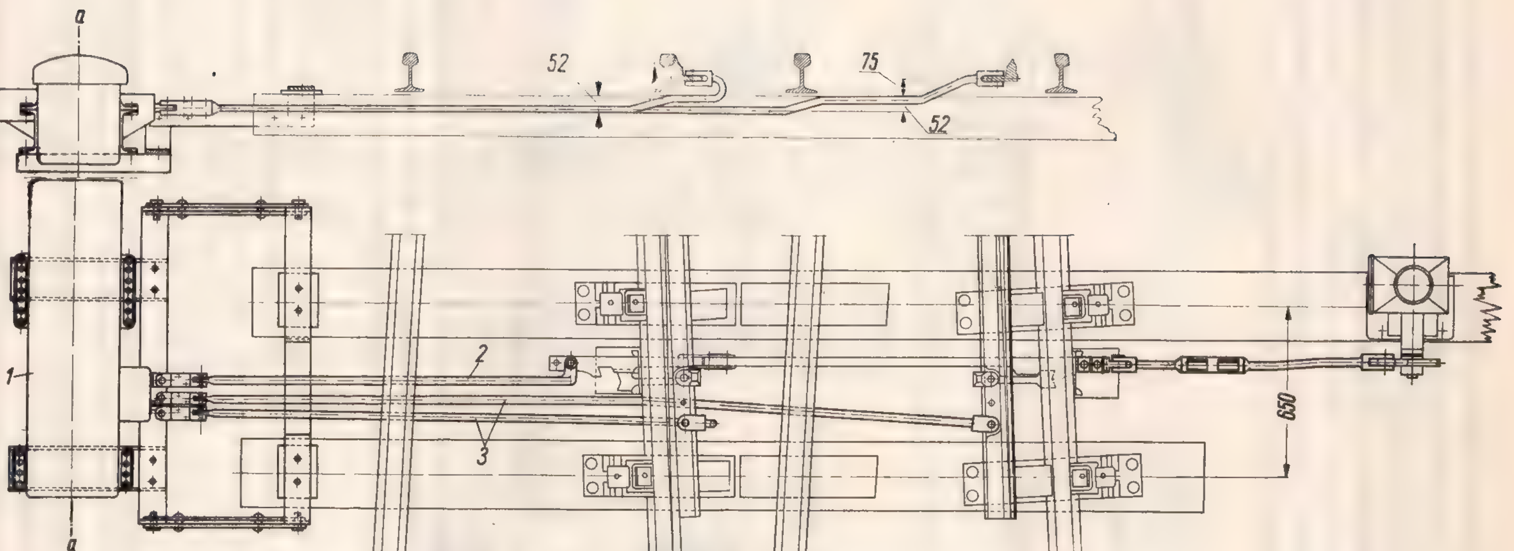
Sposób przymocowania napędu elektrycznego jest uzależniony od strony, po której ma być umocowany, od typu rozjazdu, rodzaju zamknięć iglicowych



Rys. V-35. Umocowanie napędu zwrotnicowego typu B do rozjazdu zwyczajnego

oraz miejsca umieszczenia latarni, jak również od typu samego napędu (z kontrolą iglic czy bez kontroli).

Rysunek V-35 ilustruje przymocowanie elektrycznego napędu do zwrotnicy



Rys. V-36. Umocowanie napędu zwrotnicowego do pojedynczego rozjazdu krzyżowego

1 — napęd zwrotnicowy, *2* — suwak nastawczy, *3* — suwaki kontrolne

rozjazdu zwyczajnego, po lewej stronie zwrotnicy, przy czym latarnia znajduje się po prawej stronie zwrotnicy. Rysunek V-36 przedstawia natomiast przymocowanie napędu elektrycznego do pojedynczego rozjazdu krzyżowego.

Po umocowaniu napędu do łoża ustawia się go przy zwrotnicy, zachowując w miarę możności odległości podane na rysunku. Po tym pasowaniu wywierca się w górnym pasie łoża cztery otwory na śruby i przykręca się łoże wkrętami szynowymi do podrozjazdnic. Następnie napęd należy ustalić w poziomie i podsypać go tłuczniem. Teraz należy przystąpić do pasowania prętów.

VI. NAWIERZCHNIA TORU Z ODCINKAMI IZOLOWANYMI

1. Cel i zadania stosowania odcinków izolowanych

Dla zapewnienia należytej pracy odcinka izolowanego, jego elementy, jak szyny, podkłady, podsypka, łączniki, złączki itp. muszą być przystosowane do mechanicznych oraz elektrycznych warunków pracy, aby straty przy doprowadzaniu prądu elektrycznego do przekaźnika torowego były możliwie małe.

Szyny odcinka izolowanego powinny mieć możliwie najmniejszą oporność elektryczną, a podkłady i podsypka powinny izolować jak najlepiej toki szyn między sobą od ziemi. W celu zmniejszenia oporności elektrycznej, oprócz mechanicznego połączenia za pomocą łubków stalowych, szyny toku izolowanego są łączone ponadto miedzianymi łącznikami szynowymi, zwykle przypawanymi do główki szyny.

Odcinki izolowane stanowią podstawowy, naturalny element wzajemnego oddziaływania pojazdów szynowych i urządzeń zrk.

Zostały tu wykorzystane szyny jako przewody elektryczne ze względu na duży ich przekrój. Mimo że oporność stali, z której wykonane są szyny, jest około 10 razy większa od oporności miedzi, to jednak ciągły kontakt z pojazdami daje doskonałe możliwości wykorzystania szyn jako przewodów.

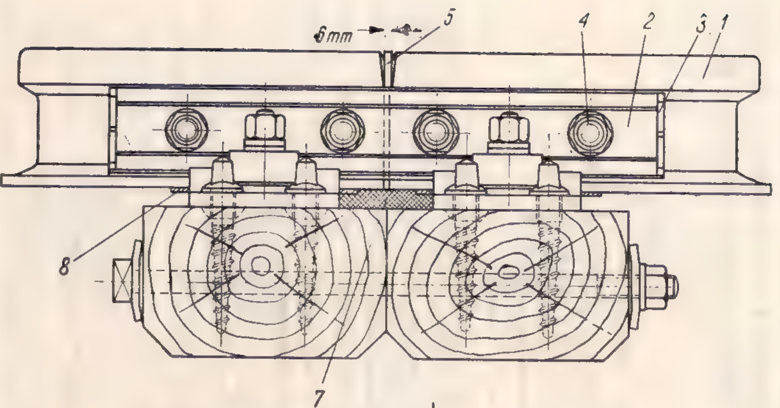
Zasadnicza rola odcinków izolowanych to kontrola stanu torów i zwrotnic oraz wykorzystanie tych odcinków do bezpośredniego przekazywania wskazań sygnalizatorów z jednego miejsca toru do drugiego lub z torów do kabiny maszynisty albo na pulpit nastawczy w nastawni.

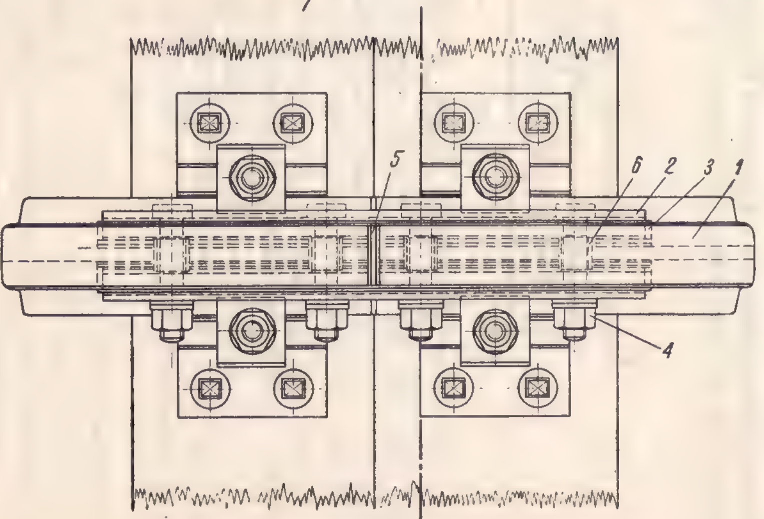
Szczególnie na dużych stacjach i na długich szlakach odcinki izolowane ułatwiają operatywne prowadzenie i nadzorowanie ruchu kolejowego.

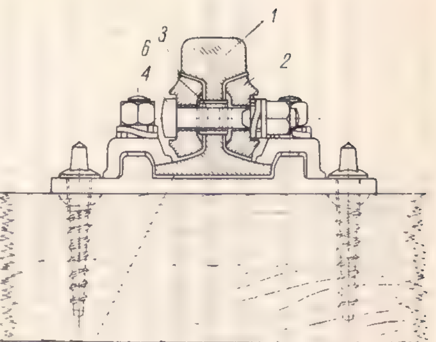
W samoczynnej sygnalizacji przejazdowej sterują światłami oraz drągami rogatkowymi. Na górkach rozrządowych umożliwiają samoczynne przestawianie zwrotnic oraz pozwalają stwierdzić zapełnienie taborem torów grupy rozrządowej i odjazdowej.

2. Złącza izolowane

Końce szyn jednego odcinka izolowanego są odizolowane od sąsiednich obwodów torowych oraz dalszych części toku za pomocą złączy izolowanych. Stosowane są 2 rodzaje złączy izolowanych: *łubki drewniane* i *łubki stalowe z izolacją tekstolitową*. Płytki lub tulejki tekstolitowe







Rys. VI-1. Złącze szyn typu S izolowane łubkami stalowymi z poprzeczną wkładką izolacyjną, podparte na zsuniętych podkładach

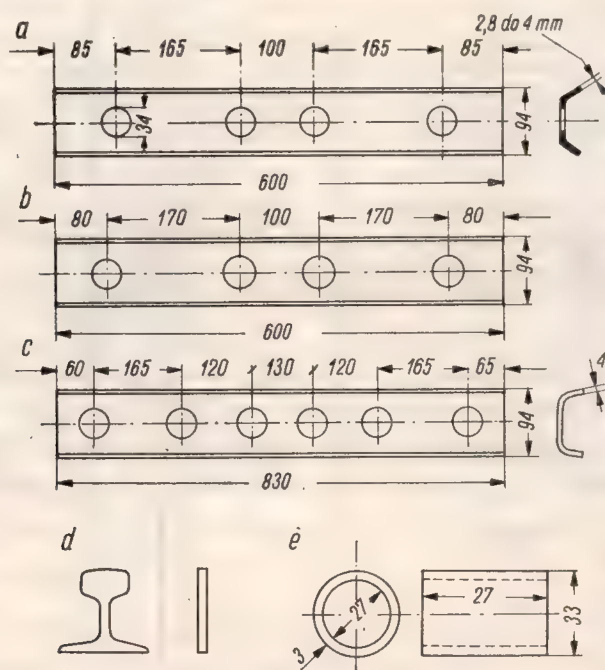
1 — szyna, *2* — łubek stalowy, *3* — przekładka izolacyjna, *4* — śruby, *5* — przekładka izolacyjna poprzeczna, *6* — tulejki izolacyjne, *7* — podkładka izolacyjna, *8* — podkładki drewniane

są wykonane z warstwy tkaniny bawełnianej nasyconej żywicą bakelitową i prasowanej na gorąco. Tekstolit jest nazywany często gumoitestem. Własności tekstolitu są następujce: wytrzymałość na rozciąganie — 650 kG/cm², na zginanie — 900 do 1200 kG/cm², twardość wg Brinella — 30 kG/mm², oporność właściwa powierzchniowa $10^{10}\,\Omega$ w stanie suchym i $10^{8}\,\Omega$ w stanie mokrym. Przekładki izolacyjne są zakładane między łubki stalowe a szynę oraz między stykające się powierzchnie czołowe sąsiednich szyn każdego toku.

Ze względu na trudne warunki pracy złączy izolowanych, materiał stosowany na przekładki izolacyjne powinien być odporny na oddziaływanie mechaniczne oraz zachowywać własności izolacyjne w różnych warunkach atmosferycznych i przy największej wilgotności.

Łubki używane dawniej na PKP do izolowanych złączy szynowych były wykonywane z drewna twardego, dębowego lub bukowego, impregnowanego olejem izolacyjnym, maszynowym lub parafinowym. Jednakże w niekorzystnych warunkach pracy łubki drewniane nie zapewniały dostatecznej wytrzymałości mechanicznej, mimo znacznego ich przekroju $\approx 7{,}5 \times 8$ cm, i dlatego obecnie stosuje się przeważnie łubki stalowe odpowiednio zestrugane z przekładkami izolacyjnymi (rys. VI-1).

Do wykonania złączy izolowanych są używane izolacyjne przekładki podłużne i poprzeczne, pokazane na rysunku VI-2, oraz od 4 do 6 tulejek izolacyjnych zakładanych na sworznie śrub, którymi są skręcone złącza szynowe. Zamiast



Rys. VI-2. Przekładki izolacyjne

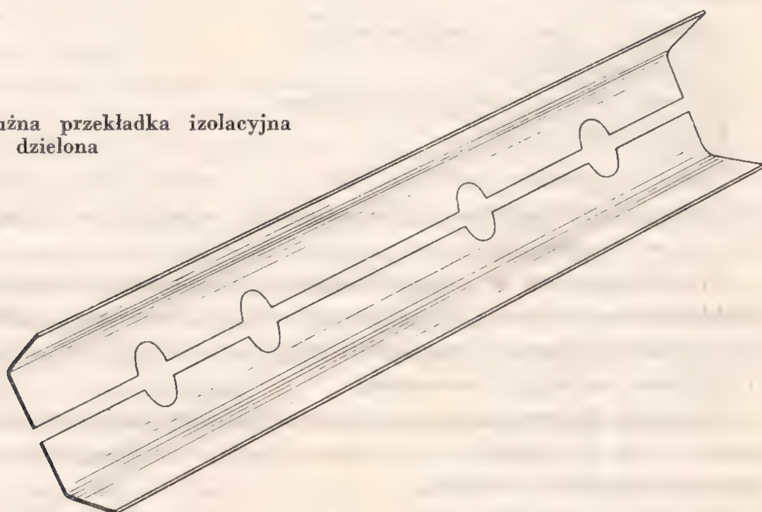
a — podłużna dla szyny typu S49, *b* — podłużna dla szyny typu S42, *c* — podłużna dla szyny typu 8b, *d* — poprzeczna, *e* — tulejka

2 zwykłych przekładek mogą być użyte 4 dzielone przekładki podłużne (rys. VI-3). Grubość izolacji każdej przekładki wynosi od 3 do 4 mm.

Materiały izolacyjne mają wytrzymałość mniejszą od stali i pod wpływem uderzeń kół ulegają zniszczeniu. Łubki stalowe z przekładkami izolacyjnymi wymagają ciągłego nadzoru, gdyż miękkie przekładki zostają szybko przecinane, szczególnie wówczas, gdy śruby łubkowe nie są dobrze przykręcone.

Tulejki izolacyjne szybko się zużywają wskutek ścinania powstającego przy pełzaniu szyn (zmiany temperatury) i przy ruchach poprzecznych (uderzenia boczne kół taboru).

Złącza izolowane powinny być z zasady wykonywane jako złącza podparte, ułożone na zsuniętych podkładkach drewnianych, a nie jako złącza wiszące



Rys. VI-3. Podłużna przekładka izolacyjna dzielona

między podkładkami. W sąsiedztwie złącza izolowanego szyny obu toków odcinka izolowanego przynajmniej na ośmiu podkładkach z obu stron złącza powinny mieć założone opórki przeciwpełzne, przeciwstawiające się pełzaniu szyn; opórki te zapobiegają zgniataniu przekładek poprzecznych i tulejek izolacyjnych oraz uszkadzaniu przekładek podłużnych. Mogą tu być również wykonane połączenia podkładów za pomocą listew lub kątowników stalowych.

Podkłady, na których ma być ułożone złącze izolowane, powinny być należycie podbite podsypką; końce szyn wolne od zadziorów i napływów muszą znajdować się na jednakowej wysokości. Odstęp między czołowymi powierzchniami szyn powinien wynosić od 5 do 10 mm.

W niektórych zarządach kolejowych stosuje się łubki lignofolowe. Są one wyrabiane z folii drewnianej (bukowej, akacjowej) i prasowane pod ciśnieniem około 100 atm przy nasyceniu sztuczną żywicą (bakelit) w temperaturze 150°C. Materiał ten jest twardszy od drewna i ma dobre własności izolacyjne.

Oporność elektryczna złącza izolowanego po nasiąknięciu wodą nie powinna być mniejsza niż 20 Ω.

3. Podkłady i podrozjazdnice w odcinkach izolowanych

Do budowy odcinków izolowanych stosuje się podkłady i podrozjazdnice z drewna twardego, dębowe bądź bukowe. Przeprowadzone badania nad zastosowaniem podkładów betonowych wykazały, że podkłady te mogą być również stosowane w odcinkach izolowanych.

Drewno przeznaczone na podkłady odcinków izolowanych powinno być zdrowe, bez śladów gnicia, zmurszenia oraz sęków.

Oporność i twardość podkładów drewnianych zwiększa się przez ich impregnację (nasycenie) olejem smołowcowym (kreozotem).

Oporność nasyconych podkładów waha się w granicach od 1000 do 100 000 Ω i zależy od:

— gatunku, wieku i stanu drewna;
— wilgotności drewna;
— rodzaju i ilości środka nasycającego;
— temperatury otoczenia.

Przed nasyceniem podkłady drewniane powinny być suszone przez około 6 miesięcy. Jeżeli podkłady są przeznaczone do odcinków izolowanych, to okres ten wynosi 8 miesięcy.

Przed ułożeniem w torze wskazane jest również przesuszenie nasyconych podkładów na powietrzu w czasie około 1 do 2 miesięcy. Podkłady zwiększają przez to swoją oporność oraz nie następuje niekorzystne dla oporności podtorza przesycanie podsypki kreozotem.

Podkłady dębowe mają wysoką oporność i są dość odporne na wilgoć. Nasycenie tych podkładów jest trudne, lecz po nasyceniu kreozotem osiągają oporność do około 100 000 Ω.

Oporność podkładów bukowych wynosi około 60 000 Ω. W miarę ich leżenia w torze oporność ta obniża się i waha w granicach od 15 000 do 30 000 Ω.

Podkłady sosnowe są stosunkowo miękkie i z łatwością wchłaniają kreozot, uzyskując oporność taką samą jak podkłady bukowe. Podkłady sosnowe mają tkankę mało zwięzłą i wchłaniają wilgoć nawet z powietrza.

Nasycane powinny być podkłady suche; nie należy nasycać podkładów związkami soli rozpuszczalnymi w wodzie, jak np. fluorek sodu, chlorek cynku itp., które obniżają oporność elektryczną.

Jeśli poszczególne podkłady drewniane nasycone olejem kreozotowym leżą w torze 15 do 20 lat i nie są popękane ani zgniłe, to wykazują w mokrym stanie oporność 2000 do 5000 Ω. Taka oporność poszczególnych podkładów pozwala jeszcze na zadowalającą pracę przekaźników torowych. W razie wyraźnych, mocnych pęknięć i nadmiernego zgnicia podkłady bardzo nasiąkają wodą, a ich oporność w takim stanie zmniejsza się do 500 Ω, a nawet do 200 Ω.

Doświadczenia wykazują, że dla odcinków długich obniżenie podanych oporności o 10 do 20% dla podkładów ułożonych w odcinku powoduje obniżenie oporności podtorza poniżej 1 Ω. Przy takim stanie odcinka, podczas dużych

opadów atmosferycznych przekaźnik torowy będzie przechodził do stanu biernego. W odcinkach krótkich natomiast (np. do 200 m) zakłócenie pracy przekaźnika torowego będzie miało miejsce wówczas, gdy 80% podkładów ogólnej liczby ułożonych w odcinku będzie wykazywało oporność 200 Ω.

Z przytoczonych danych wynika, że w krótkich odcinkach dopuszczalne jest istnienie większej liczby podkładów o zmniejszonej oporności.

Oporność podtorza w żadnym przypadku nie może być mniejsza niż 1 Ω.

Należy zwracać baczną uwagę na odpowiednią regulację obwodów torowych, na stan odwodnienia, na stan złączy izolowanych, łączników szynowych i linek połączeniowych nim podejmie się decyzję wymiany podkładów w odcinku izolowanym. Decyzja taka powinna być podjęta po obejrzeniu stanu podkładów, a w razie konieczności i po wykonaniu pomiarów ich oporności w torze.

Dla podniesienia oporności podtorza mogą być przeprowadzone odpowiednie zabiegi, mające na celu wyrównanie powierzchni pod podkładkami stalowymi, pod którymi zbiera się woda, a polegające na wprowadzaniu przekładek drewnianych lub gumowych. Inny sposób polega na odsunięciu podsypki od podkładów na odległość 3 do 5 cm.

Rysy lub pęknięcia oraz otwory na wkręty należy wypełnić kreozotem lub masą bitumiczną, a popękane podkłady ścisnąć paskami z blachy.

Oporność pojedynczych podkładów można mierzyć:

1) między podkładkami szynowymi, gdy podkład jest uzbrojony i nie wbudowany w tor; jeśli podkład znajduje się w torze, to oporność mierzona nie będzie opornością pojedyńczego podkładu;
2) między dwoma elektrodami zanurzonymi w rtęci, wypełniającej wywiercone w podkładach otwory;
3) między dwoma elektrodami w postaci drążonych świdrów spiralnych, wkręconych w podkład;
4) między dwoma elektrodami w postaci wbitych w podkład szpilek; ta metoda jest najczęściej stosowana w praktyce.

Pierwsza z tych metod jest metodą nieścisłą, gdyż zależy od wpływu nacisku, różnego dla każdego podkładu, stopnia zardzewienia podkładek i śrub przytwierdzających podkładkę do podkładu.

Przy pomiarze oporności pierwszym sposobem podkłady leżące w torze należy unieść za pomocą podnośników szyny i oddzielić je od metalowych podkładek.

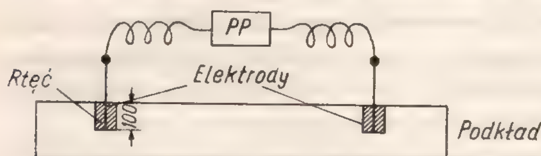
Przy dokonywaniu pomiaru drugim sposobem (rys. VI-4) należy elektrody zanurzyć w rtęci wypełniającej otwory odpowiednio wywiercone w podkładzie. Do wiercenia nadają się najlepiej drążone wiertła równoległe, które przy wyjmowaniu wybierają z otworu wióry, ułatwiając stwierdzenie stanu i głębokość nasycenia podkładu. Zasadą pomiaru powinno być uzyskanie jak największej powierzchni styku między elektrodami a podkładem. Przy wykonywaniu porównawczych pomiarów między kilkoma podkładami należy zachować jednakowe warunki pomiarów, tj. jednakową głębokość i średnicę otworu oraz tę samą

ilość rtęci. Jako odległość między elektrodami przyjmuje się zwykle przybliżoną szerokość otworu, a więc około 1500 mm.

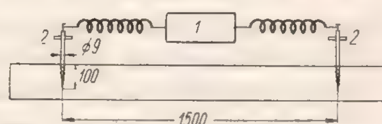
Na rysunku VI-5 jest pokazany trzeci sposób pomiaru oporności za pomocą drążonych świdrów spiralnych użytych jako elektrody.

Druga i trzecia metoda pomiarów oporności podkładów jest stosowana w nasycalniach przy odbiorze nasyconych podkładów.

Oprócz pomiarów oporności pojedynczych podkładów dokonuje się również pomiarów oporności całego odcinka izolowanego. Wyniki takich pomiarów stanowią podstawę do ustalenia warunków pracy poszczególnych urządzeń przyłączonych do odcinków izolowanych. Dla przeprowadzenia pomiarów należy na obu końcach jednego toku szyn odkręcić i zdjąć łubki. Przyrząd pomiarowy włącza się do przeciwległych izolowanych elektrycznie szyn (rys. VI-6). Ze względu na wilgotność i temperaturę zaleca się dokonywać pomiarów w godzinach nocnych lub wcześnie rano.

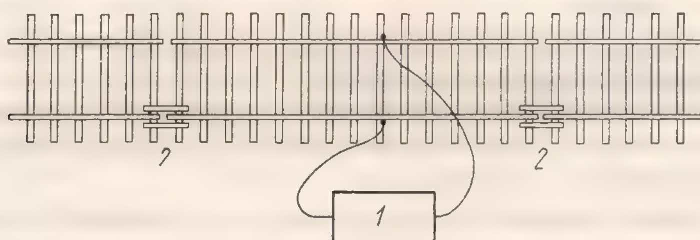


Rys. VI-4. Pomiar oporności podkładu za pomocą elektrod zanurzonych w rtęci



Rys. VI-5. Pomiar oporności podkładu za pomocą wkręconych drążkowych świdrów spiralnych, użytych jako elektrody
1 — przyrząd pomiarowy, *2* — świdry

Otrzymany wynik określa oporność nie tylko podkładów, ale także i podsypki. Jeżeli podsypka jest czysta i dobrze odwodniona, oporność jej pomijamy, a mnożąc otrzymany wynik przez liczbę podkładów otrzymamy średnią oporność 1 podkładu.



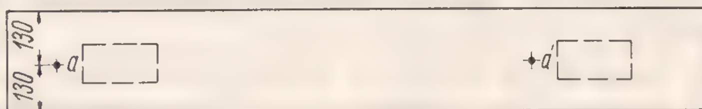
Rys. VI-6. Pomiar oporności całego odcinka izolowanego
1 — przyrząd pomiarowy, *2* — złącze izolowane

Podczas dokonywania pomiarów przyrządami zasilanymi prądem stałym należy — ze względu na wpływ działań elektrochemicznych i prądów błądzących — zmieniać bieguny zasilania i obliczać średnią pomiaru.

Badając oporność podkładów dębowych i bukowych wystarcza wykonanie po 1 pomiarze z rozmieszczeniem elektrod jak na rysunku VI-7. Natomiast dla

otrzymania średniej oporności podkładu sosnowego należy przeprowadzić kilka (zwykle 4) pomiarów, rozmieszczając elektrody kolejno w punktach aa', bb', cc', dd' (rys. VI-8).

W podkładach przeznaczonych do budowy odcinków izolowanych nie należy przewiercać na wylot otworów na wkręty, lecz tylko nawiercać je na pewną głębokość. Wkręty załamane lub uszkodzone przy montowaniu podkładów nie



Rys. VI-7. Miejsca zanurzenia elektrod przy pomiarze oporności podkładów dębowych i bukowych

mogą być wbijane w głąb podkładu ani też w nim pozostawione. Taki podkład należy wymienić i ułożyć w torze poza odcinkiem izolowanym.

Podkłady używane w odcinkach izolowanych powinny mieć oznaczenia wskazujące: nasycalnię, rok nasycenia i rodzaj materiału impregnującego. Takie oznaczenie pozwala określić przydatność podkładów do odcinków oraz zmianę oporności tych podkładów w czasie.

Doświadczalnie stwierdzono, że podkłady sosnowe nie nasycone przy 25% wilgotności mają dużą oporność, tj. 100 000÷300 000 Ω, a przy 40% wilgotności



Rys. VI-8. Rozmieszczenie elektrod przy pomiarze oporności podkładów sosnowych

20 000÷30 000 Ω. Tuż po nasyceniu kreozotem oporności te maleją analogicznie i wynoszą 60 000 do 200 000 Ω oraz 10 000 do 20 000 Ω. Po przesuszeniu na powietrzu przez 1 miesiąc zwiększa się oporność i wynosi 100 000 do 300 000 Ω, a w drugim przypadku do około 50 000 Ω.

Po nasyceniu mieszaniną chlorku cynku i kreozotu oporność obniża się i wynosi 600 do 1000 Ω, a po dwóch miesiącach przesuszania wzrasta i wynosi 3 000 do 20 000 Ω.

Podkłady zmarznięte mają oporność średnio 2÷4 razy większą. Oporność podkładów mierzonych luzem (nie w torze) powiększa się 2÷5 razy, a nawet do 10 razy w stosunku do oporności tych samych podkładów mierzonych w torze. Z czasem oporność się zmniejsza. Podkłady sosnowe ułożone w torze na tłuczniu po 15÷30 latach mają oporność w stanie mokrym 2000÷10 000 Ω, dębowe około 30 000 Ω, a podkłady sosnowe ułożone na pospółce 500÷1500 Ω. Podkłady zgniłe, bardzo nasiąkające wodą, mają oporność 100÷500 Ω.

Na obniżenie oporności podkładów mają wpływ: gnicie, pękanie i mechaniczne uszkodzenia. Gnicie i mechaniczne uszkodzenia występują w miejscach umocowania szyn do podkładów. Przejeżdżający tabor powoduje niszczenie warstwy drewna pod podkładką i w otworach dla wkrętów.

W razie zastosowania podkładów stalowych i betonowych w odcinkach izolowanych należy odizolować szynę od podkładów w taki sposób, aby została zachowana dostateczna wytrzymałość mechaniczna i oporność elektryczna. Stalowych podrozjazdnic nie można izolować.

Oporność podkładów betonowych wynosi 300 000 Ω. Lekkie zwilżenie betonu w miejscach podkładek stalowych powoduje raptowne obniżenie oporności do 500 Ω, a nawet do 200 Ω. Oporność betonowych podkładów zależy od rodzaju prądu, wielkości napięcia i temperatury otoczenia.

Jeśli są stosowane podkłady betonowe, to odizolowanie stopki szyny może być wykonane za pomocą dybli drewnianych i przekładek izolacyjnych, tulei izolacyjnych, śrub przechodzących na wylot przez podkład z zastosowaniem tulei izolacyjnej oraz mogą być stosowane specjalne bloki izolacyjne. Na PKP znajdują zastosowanie dyble drweniane i tuleje izolacyjne z przechodzącymi przez nie na wylot śrubami mocującymi (w podkładach ST3).

Przymocowanie szyn za pomocą śrub przechodzących przez całą grubość podkładu nie zapewnia jednak dostatecznej izolacji bez wprowadzenia dodatkowych elementów izolacyjnych.

Podkłady betonowe z drewnianymi dyblami falistymi są bardzo rozpowszechnione. Dyble drewniane mają być zastąpione dyblami z tworzyw sztucznych i prasowanych folii drewnianych. Poprawę stanu izolacji można uzyskać przez zalanie części otworu dla dybla rzadką masą bitumiczną, a zewnętrzną powierzchnię dybli należy pokryć przed zabetonowaniem masą lub lakierem, stanowiącymi ochronę przed wsiąkaniem wody.

Jeżeli pojedynczy podkład ma oporność 1500 Ω, to większa liczba podkładów w odcinku izolowanym daje bardzo małą oporność wypadkową.

Na przykład odcinek izolowany długości 300 m, ułożony na 480 takich podkładach, ma oporność wypadkową wszystkich podkładów wynoszącą tylko $R = 1500 : 480 \approx 3{,}10\ \Omega$, gdy tymczasem wymagana oporność takiego odcinka wynosi około 10 Ω.

Doświadczenia wykazują, że przy wzroście temperatury oporność odcinka izolowanego nieznacznie spada.

4. Podsypka w odcinkach izolowanych

Podkłady odcinka izolowanego, podobnie jak całego toru, ułożone są na podsypce. Stan i rodzaj podsypki ma duży wpływ na wielkość oporności podtorza odcinka izolowanego, która m.in. zależna jest od stopnia przepuszczalności warstwy podsypki, zawartości w niej zanieczyszczeń pochodzenia metalicznego, kwasów lub soli oraz od wielkości ziaren podsypki.

Jako podsypka może być użyty:

— tłuczeń z twardych gatunków skał lub żużla wielkopiecowego;
— żwir rzeczny bądź kopalny (dolomit);

— pospółka;
— piasek gruboziarnisty.

Tłuczeń jest najkorzystniejszą podsypką ze względu na dobre odprowadzanie wody, dużą oporność elektryczną, mały wpływ zanieczyszczeń, opadów deszczowych i zachwaszczania obwodów torowych.

Tłuczeń powinien być gruboziarnisty, z niewietrzejących i trudno ścieralnych kamieni lub skał pochodzenia wulkanicznego. np. bazaltu, granitu itp. Podsypka z żużla wielkopiecowego nie powinna być używana w odcinkach izolowanych linii pierwszorzędnych ze względu na zawartość resztek metali obniżających oporność.

Żwir rzeczny lub kopalny o średnicy ziaren 30 do 60 mm nie może zawierać domieszek gliny, ziemi i pozostałości pochodzenia wulkanicznego. Piasek gruboziarnisty albo pospółka mogą być niekiedy użyte, lecz wtedy oporność odcinka izolowanego jest bardzo mała.

Podsypka używana na odcinki izolowane nie powinna być nadmiernie zanieczyszczona piaskiem, gliną, węglem, popiołem, żużlem parowozowym, związkami soli, różnymi częściami organicznymi, opiłkami metalowymi itp.

Przeczyszczenie podsypki ma na celu szybkie odprowadzanie wody z jej powierzchni, co wywiera korzystny wpływ na pracę obwodów torowych.

Górna powierzchnia podsypki powinna być oddalona od dolnej powierzchni stopki szyny co najmniej o 5 cm. Bezpośrednie stykanie się podsypki ze stopką szyny obniża oporność elektryczną między tokami szyn.

Grubość warstwy podsypki w żadnym przypadku nie może być mniejsza od ustalonej dla danego typu nawierzchni. Zależnie od kategorii linii stosuje się warstwę podsypki grubości od 16 do 25 cm, mierząc od spodu podkładu pod szyną do górnej powierzchni torowiska.

Grunty pęczniejące, na których powstają wysadziny, trzeba wypełnić tłuczniem na głębokość zamarzania ziemi. W sąsiedztwie odcinka izolowanego powinny być odpowiednio pogłębione rowy boczne osuszające podtorze, a zbierająca się w nich woda powinna być starannie odprowadzana.

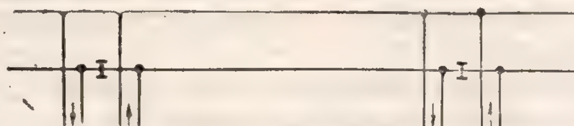
Pod odcinkiem izolowanym torowisko i nawierzchnia powinny mieć szczególnie trwałą budowę, ułatwiać dobre warunki konserwacji, a stoki rowów od strony torowiska powinny być odpowiednio wzmocnione.

Opiłki metalowe powstałe wskutek hamowania pociągów, popiół i żużel parowozowy tworzą na podsypce i podkładach warstwę przewodzącą prąd, wycieki z wagonów chłodni przesycają podsypkę i powierzchnie podkładów, przenikają w szczeliny popękanych podkładów, przyczyniają się do wybitnego obniżania oporności podtorza. Również stosowane przy odchwaszczaniu i odmrażaniu środki chemiczne mogą stać się przyczyną niszczącego działania elementów odcinków izolowanych przez obniżenie oporności podtorza.

Główki szyn zanieczyszczone śniegiem, lodem, szlaką, popiołem lub innymi zanieczyszczeniami powinny być oczyszczane, aby stan taki nie pogarszał warunków bocznikowania przekaźników torowych przez koła pojazdów.

5. Zasady izolowania torów i zwrotnic

Izolowane odcinki torowe są stosowane w jednym lub w obu tokach toru, a więc są wykonywane jako jedno- i dwutokowe. Przy jednotokowym izolowaniu odcinków torowych (rys. VI-9) złącza izolowane znajdują się tylko w jednym toku szyn. Urządzenie jednotokowego odcinka izolowanego jest stosunkowo tanie, lecz ma dość liczne wady, do których zalicza się takie, jak: brak kontroli uszkodzenia złącza izolowanego brak kontroli pęknięcia szyny w toku nie izo-

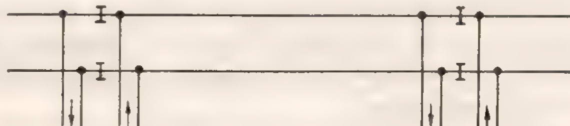


Rys. VI-9. Odcinki izolowane jednotokowo

lowanym. Jednotokowe odcinki izolowane mogą być zastosowane w pobliżu miejsc nadzorowanych przez personel obsługi urządzeń nastawczych.

Jednotokowe odcinki mają zmniejszoną oporność podtorza, gdyż tok trakcyjny wykazuje bardzo małą oporność w stosunku do ziemi, wskutek czego maksymalna długość takich odcinków jest mniejsza niż odcinków dwutokowych i wynosi około 1000 m.

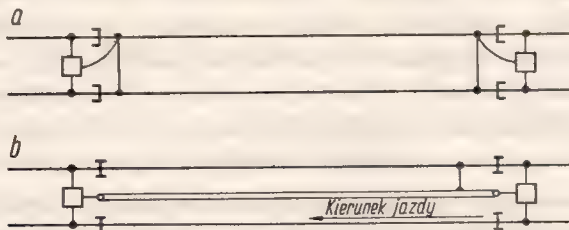
W dwutokowych odcinkach izolowanych złącza izolowane są umieszczone w obu tokach szyn. Na liniach nie zelektryfikowanych odcinki izolowane są wykonane w sposób pokazany na rysunku VI-10. Na liniach z trakcją elektrycz-



Rys. VI-10. Odcinki izolowane dwutokowo

ną trzeba stosować dławiki torowe, a odcinki izolowane są wówczas zasilane prądem zmiennym.

Dwutokowe odcinki izolowane z dławikami mają dwa dlawiki, po jednym na każdym końcu danego odcinka. W punkcie, w którym odcinek izolowany styka się z torem nie izolowanym, na linii z trakcją elektryczną znajduje się tylko jeden dławik połączony z torem nie izolowanym jak pokazano na rysunku VI-11a.



Rys. VI-11. Odcinki izolowane na linii zelektryfikowanej

a — z torem nie izolowanym, *b* — z krótkim odcinkiem izolowanym blokady samoczynnej z zasilaniem ciągłym

W obwodach dwutokowych prąd trakcyjny przepływa w obu tokach szyn odcinka izolowanego przez dławiki torowe, a w obwodach jednotokowych przepływa tylko przez jeden tok szyn.

Krótkie odcinki izolowane stosowane przy blokadzie samoczynnej z zasilaniem ciągłym, nie są wyposażone w dławiki, lecz dla przejścia prądu trakcyjnego ułożona jest trzecia szyna (rys. VI-11b).

Obwody proste wystpęują jako obwody torowe na stacjach i na szlakach.

Obwody rozgałęzione stanowią odcinki izolowane obejmujące miejsca połączeń torów. Występują one jako obwody zwrotnicowe i skrzyżowań torów.

Izolowanie zwrotnic wykonywane jest w zależności od warunków ruchowych. Istnieją trzy zasadnicze sposoby izolowania rozjazdów i skrzyżowań: szeregowy, równoległy i szeregowo-równoległy. Izolacja zwrotnic wykonywana jest zwykle jako dwutokowa. Ze względu na utrzymanie sprawności ruchowej i pokonanie trudności technicznych, występujących przy utrzymaniu odcinków izolowanych, dopuszcza się łączenie w jeden odcinek izolowany:

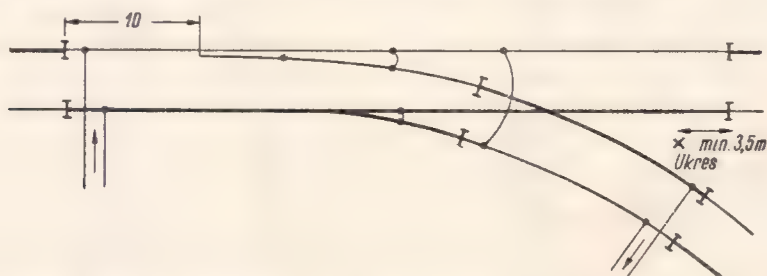
— trzech rozjazdów pojedynczych,

— jednego rozjazdu pojedynczego i jednego krzyżowego,

— dwóch rozjazdów krzyżowych.

Złącza izolowane przed iglicą i za krzyżownicą umieszcza się zgodnie z wymaganiami technicznymi, które zależą od prędkości manewrowania i czasu nastawiania zwrotnicy. Część odcinka przed iglicą ma uniemożliwić przełożenie zwrotnicy pod jadącym taborem. Drugie złącze izolowane powinno się umieszczać za krzyżownicą w odległości 3,5 m od ukresu rozjazdu (rys. VI-12).

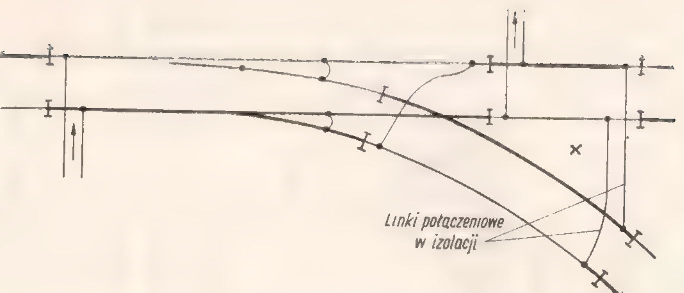
W razie braku innych możliwości złącza izolowane mogą być umieszczane zarówno w styku przediglicowym, jak i w styku za krzyżownicą.



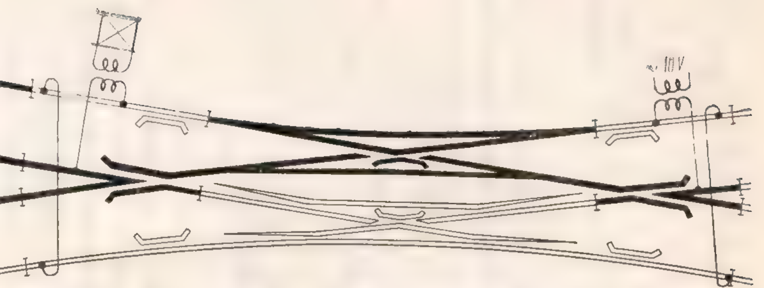
Rys. VI-12. Zwrotnicowy odcinek izolowany z równoległym łączeniem szyn izolowanych rozjazdu

W celu przeprowadzenia kontroli zajętości całego odcinka izolowanego zwrotnicy wykonuje się połączenia elektryczne linką w sposób równoległy (rys. VI-12) lub w sposób szeregowy (rys. VI-13). Z rysunków tych wynika, że połączenie szeregowe ma mniejszą liczbę niekontrolowanych odcinków szyn rozjazdu w stosunku do połączenia równoległego.

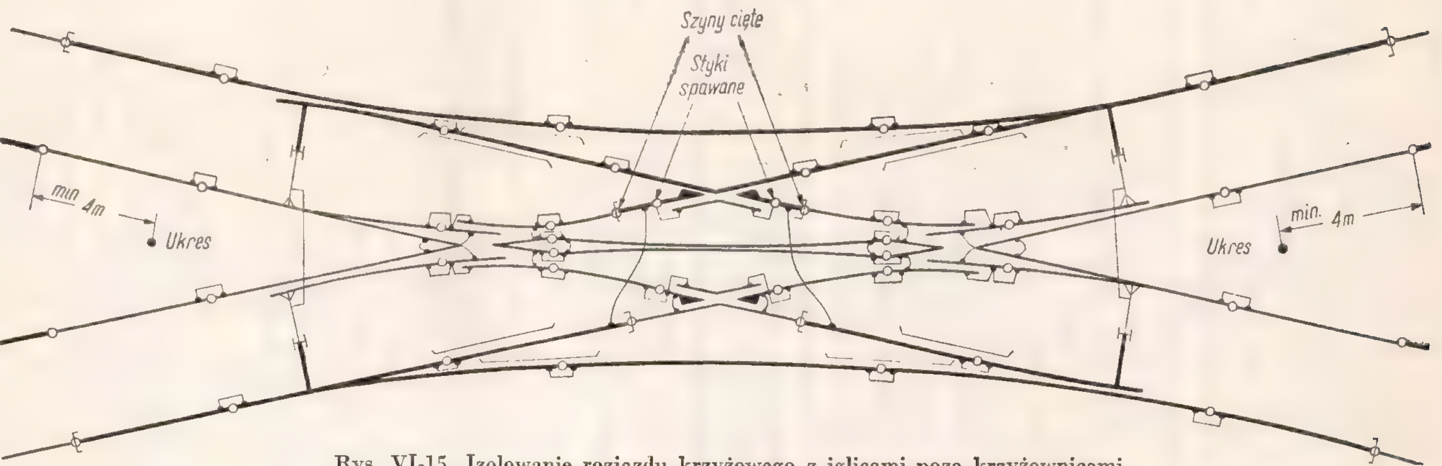
Lepszą kontrolę pęknięcia szyn rozjazdu uzyskuje się przez zastosow- większej liczby złączy izolowanych i długich połączeń za pomocą line'



Rys. VI-13. Zwrotnicowy odcinek izolowany z szeregowym łączeniem szyn izolowanych rozjazdu



Rys. VI-14. Izolowanie krzyżowego rozjazdu podwójnego z iglicami umieszczonymi przed krzyżownicami



Rys. VI-15. Izolowanie rozjazdu krzyżowego z iglicami poza krzyżownicami

Skrzyżowania torów i rozjazdy krzyżowe mają izolację wykonaną nieco inaczej. Wykonania te dzielimy na dwie grupy. Jedną z nich stanowią rozjazdy krzyżowe podwójne i pojedyncze z iglicami przed krzyżownicami oraz skrzyżowania torów. Do grupy drugiej należą rozjazdy krzyżowe podwójne i pojedyncze i z iglicami poza krzyżownicami.

Rysunek VI-14 ilustruje sposób izolowania krzyżowego rozjazdu podwójnego z iglicami umieszczonymi przed krzyżownicami, natomiast na rysunku VI-15 pokazano sposób izolowania rozjazdu krzyżowego z iglicami poza krzyżownicami.

W obu przypadkach izolacji rozjazdów krzyżowych liczba złączy izolowanych jest taka sama.

6. Zasada działania odcinków izolowanych

Dla zapewnienia bezpieczeństwa ruchu kolejowego niezmiernie ważne znaczenie ma kontrola zajęcia toru. Kontrola taka wykonywana na zasadzie obserwacji wzrokowej jest niedoskonała, a więc zawodna. Dlatego też przy zastosowaniu automatycznych urządzeń zrk wymagane jest przekazywanie informacji o zajętości toru za pośrednictwem obwodu torowego do nastawni lub na lokomotywę. Kontrola taka może być punktowa lub ciągła. Kontrola punktowa może być wykonywana za pomocą przycisków szynowych, czujników magnetycznych, elektromagnesów torowych krótkich odcinków jednego toku szynowego i innych elementów. Elementy punktowej kontroli zajętości toru w zależności od potrzeb mogą być umieszczone na początku kontrolowanego odcinka toru, na jego końcu lub też na początku i na końcu, a nawet i w pośrednich punktach kontrolowanego odcinka toru.

Wykonanie urządzeń do ciągłej kontroli zajętości toru sprowadza się do zastosowania elektrycznych obwodów torowych, w których podstawowym elementem jest izolowany odcinek toru. Odcinek taki stanowi część toru, w którym szyny są izolowane od siebie, od ziemi i od sąsiedniego toku szyn. Toki szyn odcinka izolowanego stanowią część obwodu elektrycznego torowego.

Informacje o zajętości danego odcinka toru są przekazywane personelowi obsługi za pomocą odcinków izolowanych. Tą samą drogą przekazywane są do nastawni informacje o usterkach powstałych w szynach toru, jak np. pęknięcie szyny, uszkodzenie izolacji, źródła zasilania i inne.

Informacje przesyłane do personelu obsługi i do urządzeń nastawczych są uzyskiwane dzięki zmianom wielkości natężenia prądu w obwodzie elektrycznym odcinka izolowanego, zachodzącym wskutek zwierania obu toków szyn kołami pojazdu.

Jeśli jest stosowana sygnalizacja kabinowa i samoczynne hamowanie pociągów, to informacje o stanie zajętości odcinków torowych są również przekazywane do kabiny maszynisty.

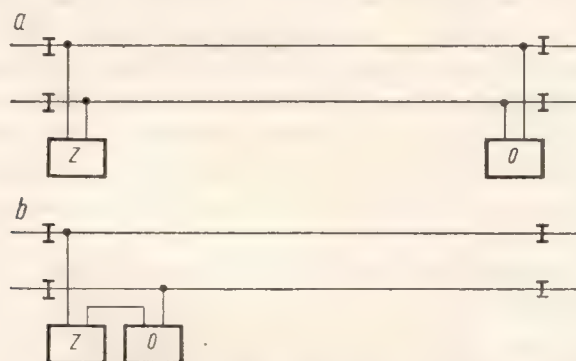
Odcinki izolowane mogą być zasilane prądem stałym lub prądem zmiennym o różnych częstotliwościach. Informacje są przekazywane do kabiny maszynisty za pomocą określonych układów impulsów prądu (kodowania), odpowiadających

określonym stanom odcinka. Kodowanie prądu w obwodach ma na celu przesyłanie większej liczby informacji, a nie tylko zajętości i niezajętości odcinka izolowanego toru.

Pojazdy przeznaczone do odbioru informacji z toru muszą być wyposażone w odpowiednie cewki, które tak powinny być umieszczone, aby poruszały się w zmiennym polu magnetycznym, jakie powstaje wokół szyn podczas przepływu przez nie prądu zmiennego. Indukowana w cewkach odpowiednio do zmian pola siła elektromotoryczna i wzmocniona na lokomotywie powoduje działanie urządzeń sygnalizacyjnych.

Jako izolowany odcinek torowy należy rozumieć zarówno izolowany odcinek toru, jak też izolowany odcinek zwrotnicowy, który jest w podobny sposób włączony do obwodu torowego. Różnica polega tylko na sposobie izolowania, który jest bardziej skomplikowany z uwagi na złożony układ szyn w rozjazdach.

W zależności od sposobów łączenia izolowanych odcinków torowych rozróżniamy obwody torowe zamknięte i otwarte (rys. VI-16). W obwodzie torowym zamkniętym (rys. VI-16a) przekaźnik znajduje się zawsze pod prądem, a więc jest w stanie czynnym (wzbudzonym). Gdy pojazd swymi zestawami kołowymi



Rys. VI-16. Elektryczne obwody torowe
a — zamknięty, b — otwarty

wejdzie na odcinek izolowany, wówczas nastąpi zwarcie przekaźnika i przejście jego w stan bierny. W obwodzie torowym otwartym (tys. VI-16b) przekaźnik nie pobiera prądu, a więc jest w stanie biernym. Dopiero po wjeździe zestawów kołowych pojazdu na izolowany odcinek torowy nastąpi zamknięcie obwodu prądu, który popłynie do przekaźnika i spowoduje jego wzbudzenie.

Zwarcie lub przerwa zaistniała w zamkniętym obwodzie torowym powodują przejście w stan bierny przekaźnika. W otwartym obwodzie torowym kontrolowane są tylko zwarcia między tokami szyn odcinka izolowanego, natomiast przerwy w obwodzie nie są kontrolowane.

Zamknięte obwody torowe są stosowane do kontroli stanu torów dla przebiegów pociągowych, a otwarte obwody torowe — raczej dla przebiegów manewrowych, zwłaszcza na górkach rozrządowych.

7. Parametry odcinków izolowanych

Każdy odcinek izolowany, stanowiący część elektryczną obwodu torowego, dla prądu zmiennnego jest określany następującymi parametrami:

— oporność jednostkowa szyn $r_t[\Omega/\mathrm{km}]$
— upływność jednostkowa podtorza $g_t[\mathrm{S/km}]$
lub jednostkowa oporność izolacji
(oporność podtorza) $r_p[\Omega/\mathrm{km}]$
— indukcyjność jednostkowa szyn $l_t[\mathrm{mH/km}]$
— pojemność jednostkowa szyn $c_t[\mu\mathrm{F/km}]$

Wymienione wartości parametrów szyn lub podtorza nie są stałe, lecz nawet w tym samym odcinku izolowanym danego obwodu torowego są zmienne- gdyż zależą od:

a — gatunku stali, jakiej użyto do wyrobu szyn, oraz rodzajów łączników zasto, sowanych na złączach i połączeniach szyn;
b — wymiarów elementów toru;
c — rodzaju izolacji (tu wchodzą w rachubę złącza izolowane, podkłady i podsypka);
d — częstotliwości prądów płynących w torze;
e — temperatury otoczenia;
f — wilgotności otoczenia i podtorza.

Jak z powyższego wynika wartość oporności jednostkowej odcinka izolowanego zależy od rodzaju szyn użytych w tym odcinku, od rodzaju łączników, jakie znajdują zastosowanie jako dodatkowe połączenia elektryczne szyn złączonych mechanicznie łubkami. Największa wartość oporności jednostkowej szyn w obwodzie zasilanym prądem stałym nie może przekraczać 0,6 Ω/km. Zastosowanie w torze toków bezstykowych obniża tę wartość do 0,06 Ω/km.

Całkowita oporność toru dla prądu stałego (oporność czynna) jest ogólnie wyrażana zależnością $R = \bar{r} \cdot l$, a dla prądu zmiennego (oporność pozorna) $Z = \underline{z} \cdot l$, gdzie l — oznacza długość odcinka izolowanego w km.

Dla szyn stosowanych na PKP (S49) jednostkowa oporność jednego kilometra odcinka izolowanego z miedzianymi przyspawanymi łącznikami szynowymi dla prądu zmiennego 50 Hz wynosi średnio $r_t = 0{,}75\ \Omega/\mathrm{km}$, a przesunięcie fazowe prądu względem napięcia wynosi około 65°.

Upływność jednostkowa podtorza lub oporność jednostkowa izolacji elektrycznej są uzależnione od upływności w sposób następujący:

$$r_b = \frac{1}{G}$$

a więc
$$1\Omega = \frac{1}{\mathrm{S}}$$

gdzie S (siemens) oznacza jednostkę upływności.

Jednostkowa upływność podtorza zależy od rodzaju i jakości podkładów, podsypki, grubości warstwy podsypki, przymocowania szyn do podkładów i stanu odwodnienia toru. Wybitnie niekorzystnie wpływa na stykanie się szyn z podsypką, szczególnie przy skrzyżowaniu toru z drogą kołową.

Wilgoć i temperatura mają bardzo duży wpływ na wartość oporności izolacji. Długotrwałe deszcze pogarszają ją, przy czym najwyższa wartość oporności izolacji występuje podczas mrozów i w stanie suchym. Oporność jednostkowa podtorza waha się w granicach od 1 do 100 Ω km.

W najgorszych warunkach najniższa wartość jednostkowej oporności izolacji podtorza nie powinna być mniejsza niż 1 Ω km, gdyż po przekroczeniu tej wartości mogą już wystąpić nieprawidłowości w pracy obwodu torowego.

W zależności od stopnia zawilgocenia podkładów i podtorza przy podsypce z tłucznia oporność wynosi:

stan mokry (woda na podkładach) — 1 Ω km
stan suchy — 5÷20 Ω km
stan zamarznięty — 100 Ω km

W nowo budowanych odcinkach izolowanych oporność podtorza nie może być mniejsza niż 2 Ω km. Stosowane obecnie elementy w obwodach torowych, jak również pewność bocznikowania toru przez zestawy kołowe dopuszczają mniejszą oporność izolacji podtorza.

Oporność podtorza można obliczyć następująco:

dla prądu stałego $$R_p = \frac{r_p}{l}$$

a dla prądu zmiennego $$Z_p = \frac{z_p}{l}$$

Na podkreślenie zasługuje fakt, że maksymalna oporność bocznikowania R_b przy zastosowanym na PKP taborze pasażerskim i towarowym nie może przekraczać 0,06 Ω. Wymagania te nie dotyczą drezyn i innych lekkich pojazdów szynowych.

Indukcyjność jednostkowa szyn składa się z indukcyjności jednostkowej wewnętrznej szyn l_w i z indukcyjności jednostkowej zewnętrznej między szynami l_z. Indukcyjność jednostkowa wewnętrzna wynika ze strumienia magnetycznego powstałego wewnątrz toku szyn pod wpływem płynącego prądu zmiennego i zależy w odwrotnym stosunku od częstotliwości tego prądu zmiennego. Dwie szyny stanowiące odcinek izolowany zasilany prądem zmiennym o częstotliwości 50 Hz wykazują indukcyjność jednostkową wewnętrzną wynoszącą około 0,8 mH/km. Indukcyjność zewnętrzna powstaje ze strumienia magnetycznego, występującego pomiędzy tokami szyn, nie zależy od częstotliwości i dla stosowanego na PKP ustroju podtorza wynosi średnio około 1,3 mH/ /km.

Indukcyjność torowego odcinka izolowanego wyraża się wzorem

$$L_i = (l_w + l_z) \cdot l$$

gdzie:
l_w — indukcyjność wewnętrzna jednej szyny (mH/km],
l_z — indukcyjność zewnętrzna między tokami szyn (mH/km],
L_t — indukcyjność odcinka torowego [mH],
l — długość izolowanego odcinka torowego [km].

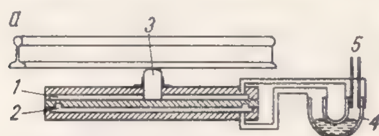
Pojemność jednostkowa toru przy stosowanych na PKP podkładach i podsypce waha się od 10 do 80 μF/km. Wartość tej pojemności jest bardzo mała i przy obliczeniach może być nie uwzględniana.

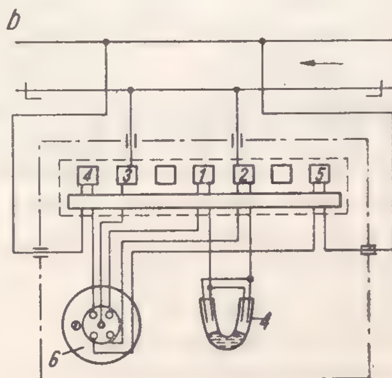
Pojemność szyn jest zależna od częstotliwości prądu zasilającego odcinek izolowany, od rodzaju i stanu podkładów oraz od podsypki. Ze względu na małą wartość tej pojemności (niska częstotliwość) jest ona pomijana w obliczeniach i rozważaniach analitycznych obwodów torowych stosowanych dla blokady kodowej. Może ona być brana w rachubę tylko przy stosowaniu wyższych częstotliwości prądu zasilającego odcinki izolowane i przy obliczaniu odcinków izolowanych długości ponad 3 km.

8. Urządzenia oddziaływania punktowego

a. Przycisk szynowy

Do najstarszych urządzeń punktowego oddziaływania pociągu należy zaliczyć przycisk szynowy, będący dotąd w powszechnym użyciu zwłaszcza w urządzeniach elektromechanicznych. Zasada działania przycisku szynowego jest pokazana na rysunku VI-17.





Rys. VI-17. Przycisk szynowy
a — zasada działania, *b* — przyłączenia przycisku
1 — komora ssąca, *2* — komora tłocząca, *3* — sworzeń, *4* — rurka szklana, *5* — elektrody, *6* — końcówka kablowa

Przycisk składa się z dwóch osobnych komór z powietrzem, oddzielonych stalową membraną. Górna komora *1* jest komorą ssącą, a dolna *2* — komorą tłoczącą. Sworzeń *3*, znajdujący się pod stopą szyny, jest połączony z membraną. Pod wpływem nacisku przejeżdżającego taboru na szynę, powodującego zginanie się membrany, wywołane zostaje ssąco-tłoczące działanie obu komór przycisku szynowego. Nacisk taboru na szynę przenosi się na membranę za pośrednictwem sworznia, powodując zwiększenie pojemności górnej komory ssącej i zmniejszenie pojemności dolnej komory tłoczącej. W komorze ssącej zapanuje

więc podciśnienie, a w komorze tłoczącej — nadciśnienie. Różnica ciśnień powstała między komorami powoduje uniesienie się słupka rtęci w prawym ramieniu rurki szklanej i zwarcie elektrod umieszczonych w tym ramieniu rurki.

Dla zapewnienia dobrego zwierania szyn przeciwległych w momencie najechania taboru na przycisk szynowy oraz zapobieganiu przed ewentualnym uziemieniem szyny izolowanej należy go umieszczać w torze pod szyną nie izolowaną. Umieszczenie przycisku szynowego pod szyną nieizolowaną ma na celu zabezpieczenie przycisku przed nieprzewidzianym uziemieniem szyny izolowanej. Długość przycisku wynosi 375 mm, a więc mieści się swobodnie między dwoma podkładami.

Miejsce, w którym montuje się przycisk szynowy, należy odczyścić z podsypki na wysokość grubości podkładu, stopę szyny odczyścić z rdzy i brudu w miejscu zakładania kadłuba przycisku i sworznia oraz w miejscu przylegania łapek mocujących przycisk do szyny. W szyjkach szyn należy wywiercić odpowiednie otwory na sworznie linek połączeniowych.

Przed przystąpieniem do montowania przycisku szynowego należy z niego wyjąć wkładkę stykową i napełnić rurkę stykową rtęcią. Pokrętłem regulacyjnym trzeba tak kręcić w lewo, aby sworzeń nie wystawał z kadłuba przycisku. Ma to na celu uniknięcie nadmiernego nacisku na płytę środkową w czasie montażu. Sworzeń naciskowy należy ustawić pośrodku stopy szyny, a łapki mocujące powinny zachodzić na stopę szyny z obu stron jednakowo.

Przycisk szynowy nawet najdokładniej wykonany i wyregulowany nie daje pewności, że np. zadziała pod drezyną silnikową lub wózkiem roboczym, a jeżeli doda się, że przyciski te w ogóle znacznie różnią się między sobą i nie zachowują pierwotnej charakterystyki, nie można od nich oczekiwać niezawodnego działania.

b. Magnetyczny czujnik szynowy

Czujniki magnetyczne znajdujące obecnie coraz szersze zastosowanie działają na różnych zasadach. Na PKP został wprowadzony czujnik magnetyczny opracowany przez Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa. Działanie tego czujnika polega na zastosowaniu magnesów stałych, które sterują sprężynami stykowymi, tworzącymi zestyk magnetyczny. Zestyk ten łączy lub rozwiera się wskutek działania pola magnetycznego.

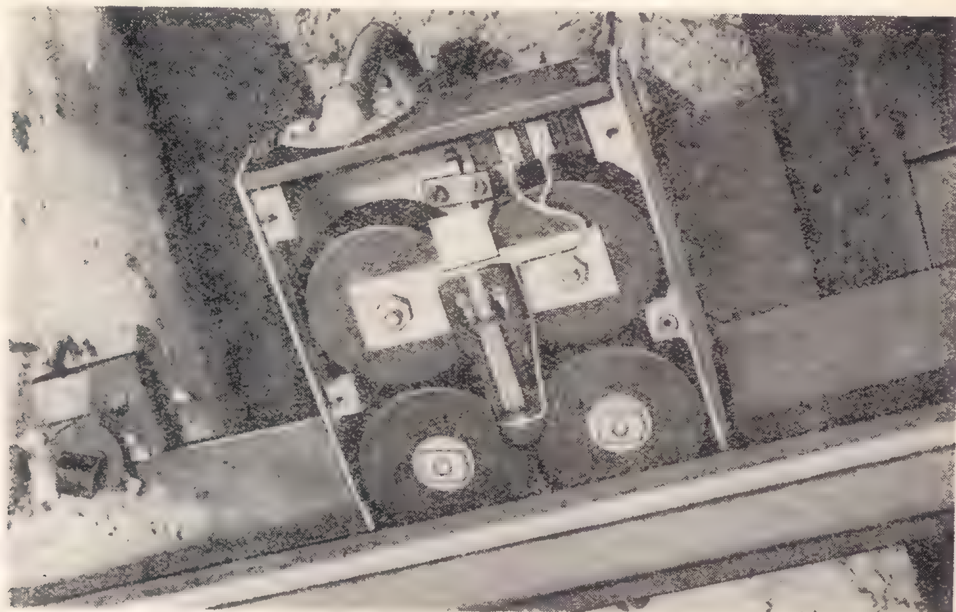
Zestyk magnetyczny jest wykonany z dwóch płytek stykowych ferromagnetycznych, wtopionych w hermetyczną rurkę szklaną wypełnioną wodorem. Styczki hermetycznego zestyku magnetycznego są wykonane z miękkiej stali magnetycznej, a ich końce są pozłacane.

Czujnik magnetyczny pokazany na rysunku VI-18 jest przymocowany do szyny. Czujnik magnetyczny oznaczony symbolem SP-COB-58B składa się z czterech stałych magnesów ferrytowych.

W obudowie czujnika magnetycznie obojętnej, np. wykonanej z aluminium, znajdują się umieszczone odpowiednie magnesy stałe, a nad nimi jest umieszczony w polu magnetycznym hermetyczny zestyk magnetyczny, którego poło-

żenie w stosunku do magnesów stałych może być regulowane w pewnych granicach.

Jeżeli zestyk znajduje się w strefie obojętnej pola magnetycznego, to styczki są również rozwarte wskutek sprężystego ich umocowania. Do sprężyn tych są przymocowane przewody, a więc dołączony do nich obwód elektryczny będzie w tym stanie przerwany. W razie zakłócenia równowagi magnetycznej w zestyku, spowodowanej wjechaniem koła taboru na szynę w miejscu umocowania czujnika nastąpi przyciągnięcie sprężyn zestyku i zwarcie obwodu elektrycznego. Po zjechaniu koła z czujnika linie pola magnetycznego zmieniają swój rozkład i powracają do takiego stanu, jaki był poprzednio.

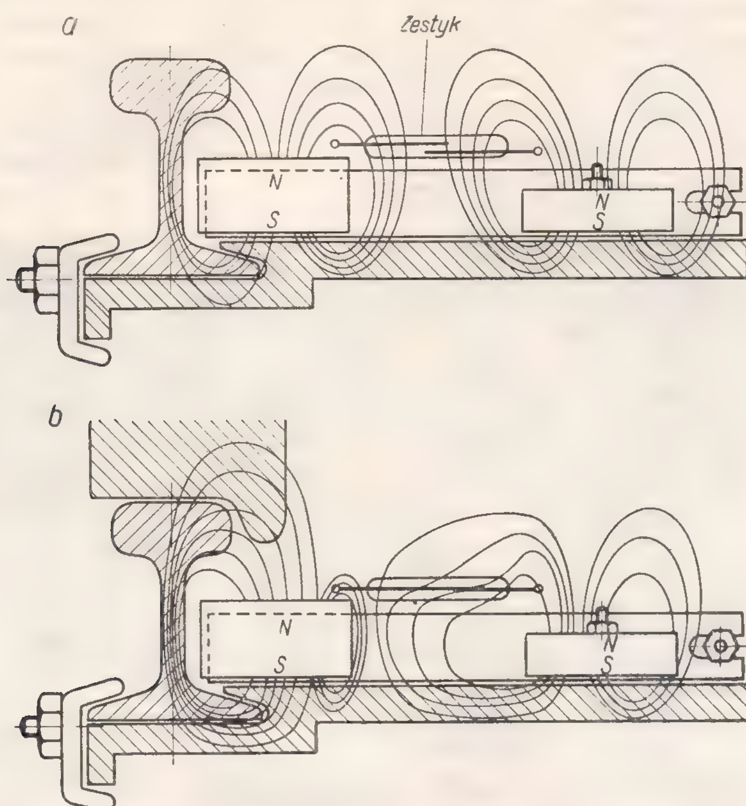


Rys. VI-18. Czujnik magnetyczny przymocowany do szyny

Gdy styczki są zwarte, kierunek strefy działania strumienia magnetycznego pokrywa się z osią podłużną zestyku i działa na zasadzie sił magnetycznych.

Po każdorazowym wjechaniu i zjechaniu koła taboru sprężyny te zwierają się i rozwierają, łącząc lub przerywając obwód prądu. Rozkład linii sił pola magnetycznego w czasie, gdy nad czujnikiem nie ma koła taboru i w momencie, gdy obrzeże koła taboru znajduje się nad czujnikiem, jest pokazany na rysunku VI-19. W pierwszym przypadku zestyk jest rozwarty, natomiast skoro równowaga magnetyczna zostanie naruszona i zestyk magnetyczny znajdzie się w strefie działania strumienia magnetycznego, którego kierunek pokrywa się z osią podłużną zestyku, zestyk działa na zasadzie sił magnetycznych; po najechaniu koła na czujnik zestyk zostaje zwarty. Zestyk magnetyczny w szklanej obudowie hermetycznej może być również tak wykonany, aby w stanie zasadniczym jego sprężyny były zwarte. Z chwilą zaś najechania koła nad czujnik nastąpi ich rozwarcie.

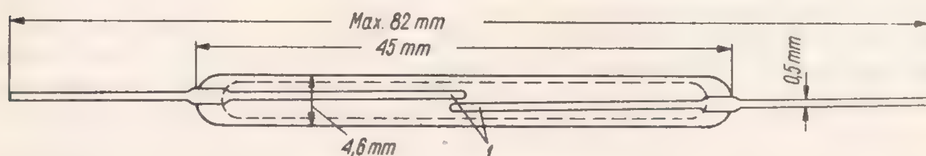
Do rozróżnienia kierunku jadącego pociągu lub rejestracji jego szybkości jazdy stosowany jest zespół rozpoznania kierunku ELB, z którym współpracujący czujnik z dwoma hermetycznymi zestykami stanowi element oddziaływania taboru. Pierwszy zawsze zadziała zestyk bliższy kół jadącego pojazdu.



Rys. VI-19. Rozkład linii sił pola magnetycznego czujnika
a — nie ma koła pojazdu nad elektromagnesem torowym, *b* — koło pojazdu znajduje się nad elektromagnesem torowym

Jeden zestyk wymaga stosowania 4 magnesów ferrytowych, a dwa zestyki — 6 takich magnesów. Górna powierzchnia obudowy czujnika znajduje się 40 mm poniżej główki szyny jezdnej.

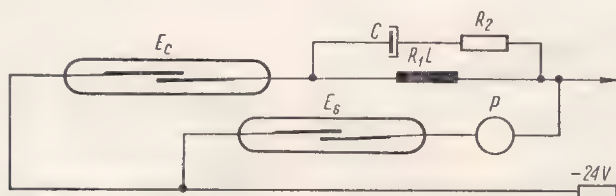
Na rysunku VI-20 widoczny jest zestyk hermetycznie zamknięty w szklanej rurce. Zadziałanie jego następuje przy przepływie 25 do 30 AZ, a zwalnianie przy około 15 AZ. Oporność przejścia styczek wynosi około 60 m Ω. Napięcie



Rys. VI-20. Zestyk hermetyczny
1 — styczki

pracy dla prądu stałego $U_{st\,max} = 110$ V, dla prądu zmiennego $U_{zm\,max} = 220$ V. Maksymalny prąd wyłączania $J_{max} = 0{,}5$ A, a moc $PW_{max} = 10$ W.

Czas zwarcia styczek zestyku magnetycznego jest proporcjonalny do szybkości, z jaką przejeżdżają pociągi (przy 80 km/h wynosi około 80 ms). Ten krótki czas zwierania się styczek uniemożliwia bezpośrednią współpracę z urządzeniami sygnalizacyjnymi na przejazdach, gdyż czas przyciągania kotwicy przekaźników sygnalizacji jest rzędu 70 ms. Dlatego też w celu wydłużenia czasu zamknięcia obwodu został zastosowany dodatkowy element stykowy E_s, umieszczany obok cewki L zbocznikowanej kondensatorem C i opornikiem ograniczającym R_2 (rys. VI-21).



Rys. VI-21. Dodatkowy element stykowy E_s dla wydłużenia czasu zamknięcia obwodu

Po najechaniu koła taboru na czujnik oba zestyki magnetyczne zadziałają jednocześnie i nastąpi wówczas ładowanie kondensatora C. Gdy koło taboru zejdzie z czujnika magnetycznego, wówczas nastąpi przerwa obwodu w zestyku magnetycznym E_c, umieszczonym w czujniku. Natomiast obwód przekaźnika P jest nadal zamknięty zestykiem magnetycznym E_s i jest podtrzymywany w tym stanie aż do rozładowania się kondensatora.

Czujniki magnetyczne wypierają stopniowo z urządzeń automatyki zrk przyciski szynowe. Najnowsze rozwiązania systemów sygnalizacji przejazdowej zostały oparte na sterujących elementach z zastosowaniem czujników magnetycznych, lecz nie wykluczających zgoła użycia przycisku szynowego.

c. Elektromagnes torowy

Elektromagnes torowy widoczny na rysunku VI-22 jest jednym z podstawowych elementów urządzeń samoczynnego hamowania pociągów typu punktowego, jakie znalazło zastosowanie na PKP.

Elektromagnes torowy stanowi rdzeń z nabiegunnikami z blach krzemowych transformatorowych, na którym nawinięta jest cewka. Równolegle z cewką jest włączony kondensator i zestyki sterowane semaforem lub tarczą ostrzegawczą. Zestyki te w położeniu zasadniczym semafora lub tarczy ostrzegawczej nie zwierają uzwojenia cewki. Elektromagnes torowy podobny jest do elektromagnesu lokomotywy. Różnicę stanowi tu nieco inny kształt obudowy oraz to, że w obwodzie elektrycznym w elektromagnesie torowym nie ma opornika drutowego, który znajduje się w elektromagnesie lokomotywowym.

Elektromagnes torowy przekazuje na lokomotywę informacje o sygnałach podawanych przez poszczególne sygnalizatory ustawione przy torach. Dzieje

się to wskutek zmian warunków elektrycznych w obwodzie elektromagnesu lokomotywy.

W czasie przesuwania się elektromagnesu lokomotywy nad elektromagnesem torowym występuje sprzężenie indukcyjne obu elektromagnesów. Elektromagnes lokomotywy przesuwa się nad elektromagnesem torowym w odstępie około 80 do 140 mm, powodując zadziałanie urządzeń SHP i SK na lokomotywie.



Rys. VI-22. Ogólny widok elektromagnesu torowego

Znajdujące się wewnątrz obudowy elektromagnesu takie elementy jak: cewka, rdzeń, nabiegunniki, kondensator, puszka zaciskowa są jednakowo wykonane w elektromagnesach torowych i lokomotyw. Cewka i kondensator w elektromagnesie torowym są tak dobrane, że tworzą obwód rezonansowy nastrojony na częstotliwość 1000 Hz w elektromagnesie przy tarczy ostrzegawczej, przy semaforze odstępowym blokady samoczynnej oraz przy semaforach wjazdowych.

Między elektromagnesem torowym i elektromagnesem lokomotywowym następuje sprzężenie indukcyjne obwodów. Jest to tzw. system indukcyjno-rezonansowy, ponieważ obwód elektromagnesu lokomotywy zasilany z generatora jest dostrojony do rezonansu prądów. Przy rezonansie nie ma przesunięcia między prądem i napięciem, a więc występuje wówczas tylko oporność rzeczywista.

Dla utrzymania częstotliwości rezonansowej

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

należy utrzymać niezmienne parametry indukcyjności L i pojemności C. Jako jednopunktowe urządzenia stosowane na PKP są używane urządzenia indukcyjno-rezonansowe z generatorem tranzystorowym na 1000 Hz.

Oprócz utrzymania stabilności częstotliwości w tych układach znaczną rolę gra tu również dobroć obwodu Q, którą oblicza się według wzoru:

$$Q = \frac{\omega L}{R_s}$$

W obu przytoczonych wzorach poszczególne symbole oznaczają:

f — częstotliwość [Hz]
L — indukcyjność [H]
C — pojemność [F]
ω — pulsację $= 2\pi f$
R_s — oporność w obwodzie [Ω]

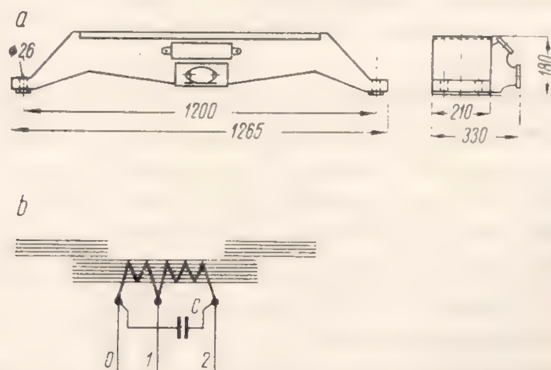
W omówionych tu urządzeniach, które są stosowane na PKP, zostały przyjęte następujące wartości:

$L = 0{,}25$ H, $\omega = 2\pi \cdot 1000 = 6280$, $R_s = 100\ \Omega$

skąd

$$Q = \frac{6280 \cdot 0{,}25}{100} = 15{,}7$$

Obudowa elektromagnesu torowego (rys. VI-23 a) jest odlana z siluminu. Z jednej strony dłuższego boku obudowy znajduje się puszka zaciskowa, w której są trzy przepusty porcelanowe, oznaczone w schematach numerami: *0-1-2* (rys. VI-23b). Końce cewki elektromagnesu są przylutowane od wewnątrz do



Rys. VI-23. Elektromagnes torowy typu ELM
a — widok ogólny i wymiary gabarytowe, *b* — schemat połączeń elektrycznych

przepustów, wskutek czego osiąga się możliwość uzależnienia oddziaływania elektromagnesu od wskazań sygnałów na semaforze. Wierzch obudowy elektromagnesu jest nakryty płytą izolacyjną wykonaną z gumoitekstu, przykręconego wkrętami do obudowy. Pokrywka elektromagnesu przykręcona dwoma śrubami

przykrywa puszkę zaciskową. Na jednej z krótkich ścian bocznych obudowy elektromagnesu jest umieszczona tabliczka z rokiem produkcji i numerem fabrycznym.

Elektromagnes torowy typu ELM powinien wykazać w najgorszych warunkach dopuszczalną oporność izolacji 5 MΩ przy pomiarowym napięciu 1000 V. Ciężar całkowity elektromagnesu wynosi około $40 \div 50$ kG.

Elektromagnes torowy jest przymocowany zazwyczaj 4 wkrętami do podkładów drewnianych na zewnątrz toru z prawej strony, patrząc w kierunku jazdy, i mieści się w skrajni budowli. W razie wyposażenia toru w podkłady stalowe lub strunobetonowe, w miejscu, gdzie ma być zmontowany elektromagnes torowy, należy wymienić 3 podkłady i na ich miejsce wbudować 3 podkłady drewniane.

Elektromagnes torowy powinien być ponadto tak zmontowany, aby górna płaszczyzna jego nie przekraczała 35 ± 5 mm wysokości nad główką szyny, przy odległości 290 ± 5 mm między podłużną osią elektromagnesu i wewnętrzną krawędzią główki szyny, obok której jest ułożony elektromagnes torowy. Najmniejsza odległość elektromagnesu od złącza szyn wynosi 5 m.

Elektromagnesy torowe w zasadzie nie wymagają zasilania i są przystosowane do uzależnienia od wskazań sygnałów przytorowych.

Należy odróżnić dwa stany elektromagnesu torowego zależne od wskazań semafora:

a — gdy semafor wskazuje sygnał „Stój" i obwód uzwojenia elektromagnesu torowego jest przerwany;

b — gdy semafor wskazuje sygnał „Wolna droga" i obwód uzwojenia elektromagnesu torowego jest zwarty.

W pierwszym przypadku elektromagnes lokomotywy przesuwa się nad elektromagnesem torowym, a droga linii sił pola magnetycznego przechodzi nie przez powietrze, lecz przez rdzeń elektromagnesu torowego, co wywołuje znaczny wzrost natężenia pola magnetycznego w rdzeniu elektromagnesu lokomotywowego. Zmiana strumienia elektromagnetycznego indukuje w uzwojeniu elektromagnesu lokomotywowego siłę elektromotoryczną o kierunku przeciwnym do napięcia wzbudzającego elektromagnes lokomotywy. Wskutek tej siły elektromotorycznej w obwodzie przekaźnika popłynie prąd indukowany, który wywoła znaczne osłabienie wzbudzenia rdzenia przekaźnika i spowoduje zwolnienie kotwicy przekaźnika. Przez zestyki zwolnionej kotwicy przekaźnika zostanie włączony sygnał dźwiękowy oraz powtarzacz świetlny.

W uzwojeniu elektromagnesu lokomotywowego zostaje zaindukowany prąd zmienny i_1 (rys. VI-24), który w pierwszym półokresie zgodny jest co do kierunku ze stałym prądem wzbudzającym. W drugim półokresie jest on skierowany przeciwnie do prądu stałego wzbudzającego elektromagnes, a co do wielkości chwilowej jest od niego większy.

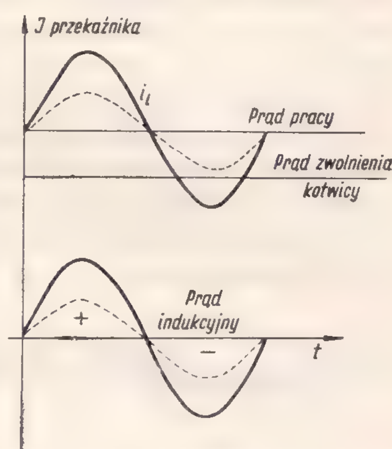
Przeciwdziałanie prądu indukowanego w drugim półokresie powoduje opadnięcie kotwicy przekaźnika.

W tym stanie rzeczy obwód uzwojenia elektromagnesu torowego jest przerwany, a indukowana w uzwojeniu wskutek zmiany strumienia elektromagne-

tycznego siła elektromotoryczna indukcji nie wywoła żadnego oddziaływania na elektromagnes lokomotywy.

W drugim przypadku, gdy zaistnieje oddziaływanie elektromagnesu torowego na elektromagnes lokomotywy przy semaforze wskazującym sygnał „Wolna droga", uzwojenie elektromagnesu torowego zostaje zwarte przez zestyki ramienia semafora lub tarczy ostrzegawczej. Przebieg oddziaływania elektromagnesu torowego jest podobny do poprzednio opisanego z tą różnicą, że indukowana w uzwojeniu elektromagnesu torowego siła elektromotoryczna wywołuje w obwodzie uzwojenia tej cewki prąd, wskutek czego w rdzeniu elektromagnesu torowego powstaje dodatkowe pole magnetyczne. Linie sił tego pola są skierowane przeciwnie do pierwotnego pola magnetycznego.

W wyniku tego następuje tylko nieznaczny wzrost natężenia pola magnetycznego w elektromagnesie lokomotywy, a w związku z tym powstaje również nieznaczny prąd indukowany. Prąd ten skierowany jest przeciwnie do prądu wzbudzającego przekaźnik, lecz zmniejsza prąd wzbudzenia tylko w nieznacznym stopniu (rys. VI-24) i kotwica przekaźnika pozostaje nadal przyciągnięta. Oddziaływanie więc elektromagnesu torowego na elektromagnes lokomotywy przy semaforze wskazującym sygnał „Wolna droga" nie wywołuje żadnego skutku.



Rys. VI-24. Wykres prądu w obwodzie przekaźnika

Elektromagnes torowy nie uzależniony od wskazań semafora wywołuje przy każdorazowym przejeździe nad nim elektromagnesu lokomotywy zadziałanie urządzeń SHP i SK znajdujących się na lokomotywie i zmusza maszynistę do naciśnięcia przycisku czuwania. Stosowane na PKP elektromagnesy torowe nie są uzależnione od stanu urządzeń sygnalizacyjnych.

Przy blokadzie półsamoczynnej nie przewiduje się uzależniania alarmowania maszynisty od stanu urządzeń sygnalizacyjnych. Natomiast przy blokadzie samoczynnej alarmowanie maszynisty może być uzależnione lub nie uzależnione od wskazań semaforów odstępowych. Jeżeli elektromagnes torowy jest uzależniony od wskazań na semaforze, to oddziaływanie na lokomotywę następuje tylko przy zbliżaniu się do semafora wskazującego sygnał „Stój".

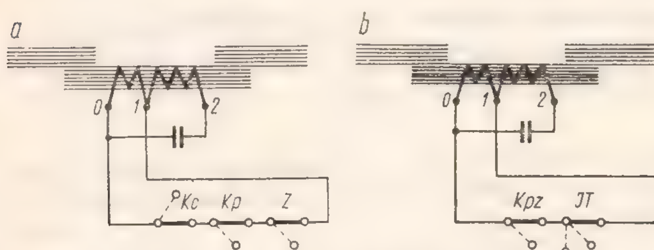
Uzależnienie elektromagnesu torowego od wskazań semafora przy blokadzie samoczynnej typu kodowego polega na zwieraniu lub rozwieraniu jego obwodu rezonansowego za pomocą zestyków przekaźników kontroli światła pomarańczowego i kontroli światła czerwonego oraz zestyku przekaźnika światła zielonego (rys. VI-25a).

Uzależnienie elektromagnesu torowego przy blokadzie samoczynnej z zasilaniem ciągłym jest wykonane za pomocą zestyków przekaźnika kontroli

światła pomarańczowego i zielonego oraz zestyku przekaźnika torowego odcinka długiego (rys. VI-25b).

Uzależnienie od wskazań semafora, elektromagnesu torowego umieszczonego w odległości większej niż 80 m od szafy torowej, w której znajdują się elementy blokady samoczynnej, wymaga dla wyeliminowania wpływu pojemności kabla zastosowania dodatkowego urządzenia w postaci przekaźnika kontrolnego. Schemat ideowy tego rozwiązania jest pokazany na rys. VI-26.

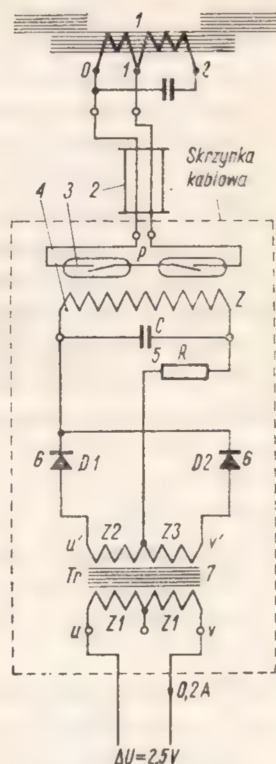
Gdy semafor odstępowy wskazuje sygnał zezwalający na jazdę, wówczas uzwojenie pierwotne transformatora u-v zostanie zwarte przez zestyk przekaźnika kontroli światła pomarańczowego i zielonego i przez żarówkę światła zielonego. Obwód wtórny transformatora *u' — v'* ma dwa uzwojenia z włączonymi diodami germanowymi i uzwojeniem zestyku magnetycznego. W takim przypadku następuje zamknięcie obwodu zestyku *P*. Uzwojenie *0-1* elektromagnesu torowego jest zwarte i nie oddziałuje na elektromagnes lokomotywy, w momencie gdy elektromagnesy te znajdują się jeden nad drugim.



Rys. VI-25. Uzależnienie elektromagnesów torowych od wskazań semaforów świetlnych odstępowych

a — przy blokadzie samoczynnej typu kodowego, *b* — przy blokadzie samoczynnej z zasilaniem ciągłym

Uwaga: jeżeli długość kabla uzależniającego wynosi:
do 5 m, to należy łączyć go do zacisków *0—2*
do 20 m „ „ „ „ „ *1—2*
do 80 m „ „ „ „ „ *0—1*



Rys. VI-26. Przystawka uzależniająca

1 — elektromagnes torowy ELM, *2* — osłona teleskopowa, *3* — zestyki hermetyczne, *4* — uzwojenie sterujące zestykami, *5* — kondensator wygładzający, *6* — diody, *7* — transformator

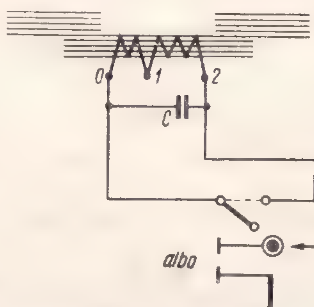
Dwa różne stany elektromagnesów torowych przekazują na lokomotywę odpowiednie informacje o rodzaju sygnałów ukazujących się na semaforach i tarczach ostrzegawczych.

Elektromagnesy umieszczone na lokomotywach mają również odpowiednio zestrojone obwody rezonansowe, a zasilane są z generatorów o częstotliwości 1000 Hz.

Jeśli elektromagnes lokomotywy przesuwa się nad elektromagnesem torowym, gdy obwody rezonansowe są rozstrojone, a więc gdy semafor sygnalizuje sygnał „Wolna droga", a tarcza ostrzegawcza wskazuje, że semafor, do którego

się ona odnosi, sygnalizuje zezwolenie na jazdę, to w urządzeniach na lokomotywie nie zajdą żadne zmiany.

Jeśli elektromagnes lokomotywy przesuwa się nad elektromagnesem torowym ułożonym przy tarczy ostrzegawczej, która wskazuje sygnał światłem pomarańczowym stałym, to sprzężenie magnetyczne obu elektromagnesów spowoduje zablokowanie generatora o częstotliwości 1000 Hz. Podczas przesuwania



Rys. VI-27. Uzależnienie stanu elektromagnesu torowego przy blokadzie półsamoczynnej w mechanicznych urządzeniach sygnalizacyjnych od zestyku tarczy ostrzegawczej lub semafora

się elektromagnesu lokomotywy nad elektromagnesem umieszczonym obok semafora wskazującego sygnał „Stój", nastąpi również zablokowanie generatora o częstotliwości 1000 Hz, spowodowane sprzężeniem indukcyjnym obu elektromagnesów.

Uzależnienie elektromagnesu torowego od wskazania tarczy ostrzegawczej lub semafora przy blokadzie półsamoczynnej w mechanicznych urządzeniach zrk pokazano na rysunku VI-27.

VII. DŁAWIKI I OPORNIKI

1. Dławiki torowe

a. Charakterystyka dławików torowych

Dławik torowy jest zasadniczym elementem obwodu torowego na liniach z trakcją elektryczną. Użycie dławika w tych obwodach umożliwia wykorzystanie obu toków szyn jako przewodu powrotnego dla prądu trakcyjnego.

Przesyłanie jednym tokiem byłoby niepraktyczne, ponieważ natężenie tego prądu może wynosić około 1500 A.

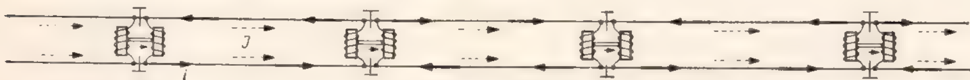
Prądy zmienne sygnałowe, płynące do urządzeń zrk tymi samymi tokami szyn w jednym obwodzie torowym, są odizolowane od sygnałów prądów zmiennych sąsiednich obwodów torowych.

Na liniach z trakcją elektryczną trakcyjny prąd powrotny płynie do podstacji przez jeden lub oba toki szyn, lecz na przeszkodzie stoją złącza izolowane, stanowiące przerwę w obwodzie tego prądu.

Aby umożliwić nieprzerwany przepływ prądu trakcyjnego powrotnego szynami toru do podstacji trakcyjnej, zachodzi potrzeba zastosowania specjalnych urządzeń, które umożliwiają przepływ tego prądu z ominięciem izolowanych złączy szynowych. Tymi urządzeniami są d ł a w i k i t o r o w e.

Każdy koniec izolowanego odcinka torowego, w którym prąd trakcyjny płynie przez obydwa toki szyn, powinien być zakończony dławikiem torowym. Przy każdym złączu izolowanym, łączącym 2 odcinki torowe przewodzące prąd trakcyjny obu tokami, powinny być zainstalowane 2 dławiki torowe współpracujące z sobą (rys. VII-1).

W odcinkach torowych nie zawsze, a w zwrotnicowych odcinkach izolowanych z zasady, prąd trakcyjny przepływa tylko jednym tokiem szyn. Na granicy odcinka dwutokowego i jednotokowego, przy złączu izolowanym, jest za-

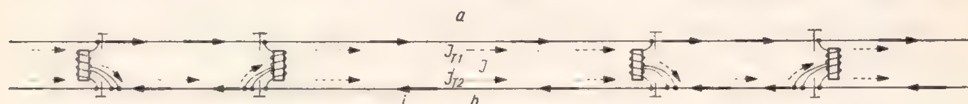


Rys. VII-1. Rozmieszczenie dławików w torze, w którym płynie obu tokami prąd trakcyjny i prąd sygnałowy

J — prąd trakcyjny, którego kierunek przepływu zaznaczono przerywanymi strzałkami, i — prąd sygnałowy blokady samoczynnej, którego kierunek przepływu zaznaczono strzałkami ciągłymi

instalowany wówczas tylko 1 dławik torowy. Prąd trakcyjny płynie wtedy obydwoma tokami z ostatniego odcinka izolowanego na szlaku przez środek dławika torowego do jednego toku szyn sąsiedniego odcinka izolowanego (rys. VII-2).

Jeśli elektryczny odcinek izolowany jest w stanie dobrym, to płynące przez obydwa toki szyn prądy trakcyjne są równe $J_{T1}=J_{T2}$ i rozdzielając się w uzwojeniu dławika powodują powstanie w jego rdzeniu 2 równych, lecz przeciwnie skierowanych strumieni magnetycznych. Strumień wypadkowy jest równy 0,



Rys. VII-2. Rozmieszczenie dławików w torze z blokadą samoczynną prądu zmiennego i trakcją elektryczną na prąd stały

J_{T1}, J_{T2} — prądy trakcyjne płynące w poszczególnych tokach szyn (oznaczenia J oraz i jak na rys. VII-1)

gdyż oba strumienie znoszą się. Jeśli występuje równomierny rozpływ prądu trakcyjnego, to oporność pozorna (impedancja) dławika dla prądu zmiennego sygnałowego o częstotliwości 50 Hz wynosi od 0,5 do 0,7 Ω. Oporność rzeczywista trakcyjnego uzwojenia dławika wynosi od 0,0004 do 0,0006 Ω.

Gdy nastąpi zaburzenie równowagi przepływu prądów, tzn. jednym tokiem popłynie większy prąd trakcyjny niż drugim, wówczas powstanie wypadkowy strumień magnetyczny powodujący nasycenie rdzenia w dławiku. Spowoduje to zmniejszenie indukcyjności obwodu, a tym samym oporności pozornej dławika dla prądu zmiennego w obwodzie torowym, wskutek czego na semaforze może się ukazać fałszywy sygnał.

Szczelina powietrzna w rdzeniu dławika zapobiega nadmiernemu nasyceniu obwodu magnetycznego. Dzięki tej szczelinie różnica natężeń prądów płynących w obu połówkach uzwojenia dławika może dochodzić do 20%, bez wyraźnego zmniejszania się oporności pozornej dławika.

Oporność pozorna zwykłego dławika torowego jest stosunkowo duża, wobec czego tylko niewielka część prądu zmiennego przepływa przez jego uzwojenie, reszta płynie przez przekaźnik torowy.

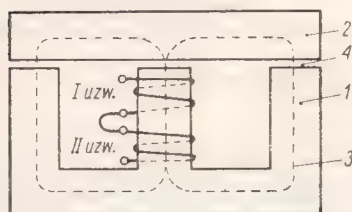
Jeżeli zmniejszenie oporności pozornej dławika, które zachodzi wskutek nierównomiernego rozpływu prądu trakcyjnego oraz nasycenia rdzenia dławika, okaże się dość duże, to przekaźnik zostanie zbocznikowany uzwojeniem dławika i przejdzie w stan bierny. Z tego względu na liniach zelektryfikowanych należy zwracać szczególną uwagę na należyte przyłączenie łączników szynowych i stałą ich kontrolę.

b. Budowa dławika

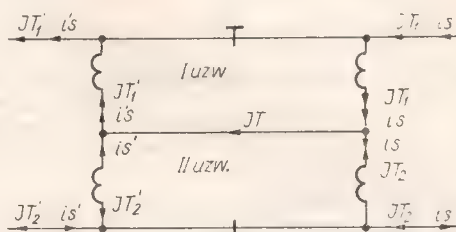
Budowa dławika torowego (rys. VII-3) jest następująca. Na środkowej kolumnie rdzenia, wykonanego z blach transformatorowych wyciętych w kształcie litery E, są nawinięte w zgodnych kierunkach dwie cewki. Każda cewka składa się z kilku zwojów (sześciu), wykonanych z taśmy miedzianej o przekroju około

306 mm². Dzięki dużemu przekrojowi przewodnika oporność rzeczywista takiego uzwojenia jest rzędu dziesięciotysięcznych części oma.

Obwód magnetyczny rdzenia zamyka się przez nałożone nań jarzmo, wykonane również z blach transformatorowych. Jarzmo jest oddzielone od rdzenia szczeliną powietrzną szerokości około 1 mm, utworzoną przez podłożenie podkładek preszpanowych między jarzmo i rdzeń. Całość znajduje się w skrzyni żeliwnej wypełnionej olejem transformatorowym i przykrytej pokrywą. Na zewnątrz skrzyni znajdują się wyprowadzenia końcówek, przy czym koniec pierwszej cewki jest połączony z początkiem drugiej.



Rys. VII-3. Schemat obwodu magnetycznego i uzwojeń dławika
1 — rdzeń, 2 — jarzmo 3 — obwód magnetyczny, 4 — szczelina δ



Rys. VII-4. Rozpływ prądów na styku dwóch odcinków izolowanych

Przez uzwojenie dławika torowego, zainstalowanego w obwodzie torowym, przepływa stały prąd trakcyjny J_T, natomiast nie przepływa zmienny prąd sygnałowy i_s (o częstotliwości przemysłowej lub wysokiej). Kierunki przepływu obu prądów w sąsiednich odcinkach izolowanych zaznaczono na rysunku VII-4.

Dla prądu stałego cewka dławika przedstawia oporność wyłącznie rzeczywistą, wynoszącą kilka dziesięciotysięcznych części oma, a ponadto w każdym dławiku obie cewki dla prądu trakcyjnego są połączone równolegle, spadek napięcia dla prądu trakcyjnego stałego na dławiku jest niewielki, rzędu dziesiątych części wolta.

Dla zmiennego prądu sygnałowego o częstotliwości 50 Hz oporność dwóch, w tym przypadku szeregowo połączonych cewek dławika, składa się z oporności rzeczywistej, w przybliżeniu takiej samej, jak dla prądu stałego, oraz ze znacznie wyższej oporności urojonej, wynikającej z indukcyjności dławika. Suma tych oporności stanowi oporność pozorną, wynoszącą od kilku dziesiątych części oma do kilku omów. Oporność ta jest dostatecznie duża, aby nie powodowała bocznikowania włączonego równolegle przekaźnika torowego.

W normalnych warunkach eksploatacji obwodu torowego utrzymanie pełnej symetrii prądu trakcyjnego w obydwóch cewkach dławika jest niemożliwe. Wpływa na to zmienna w czasie sumaryczna oporność łączników szynowych spowodowana ich obrywaniem przez koła pojazdów szynowych, a w jeszcze większym stopniu — różny dla każdego toku szyn i również zmienny upływ prądu trakcyjnego od szyn do ziemi.

Wystąpienie w obwodzie elektrycznym dławika asymetrii prądu trakcyjnego

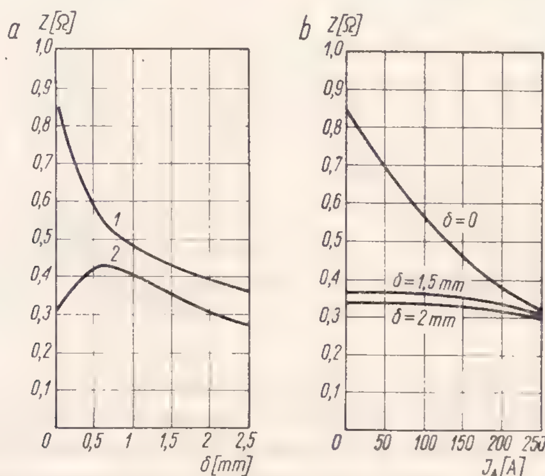
powoduje powstanie asymetrii strumieni magnetycznych w obwodzie magnetycznym dławika, a w rezultacie powstaje strumień wypadkowy znacznie większy od zera. Strumień ten magnesując rdzeń dławika powoduje zmniejszenie jego przenikalności magnetycznej, a zatem zmniejszenie indukcyjności uzwojeń dławika. Wskutek zmniejszenia indukcyjności maleje znacznie oporność pozorna dławika dla prądu zmiennego sygnałowego i może nawet osiągnąć wartość wystarczającą do zbocznikowania przekaźnika torowego, powodując jego przejście w stan bierny.

Aby zmniejszyć zależność oporności dławika od wielkości natężenia prądu asymetrii J_A (równego różnicy prądów płynących w obu tokach toru J_{T1} i J_{T2} przy J_{T1} różnym od J_{T2}), stosuje się szczelinę powietrzną między jarzmem a rdzeniem.

Szczelina powietrzna w obwodzie magnetycznym ma znacznie mniejszą przenikalność magnetyczną niż rdzeń i jarzmo, a ponadto jej oporność magnetyczna jest mniejsza dla zmiennego strumienia magnetycznego niż dla stałego. Dlatego też szczelina powietrzna ogranicza znacznie wzrost strumienia magnetycznego, wywołanego prądem stałym przy mniejszym wpływie na strumień indukowany prądem zmiennym.

Oporność pozorna dławika ze szczeliną jest więc niższa, ale też w mniejszym stopniu zależna od zmian natężenia prądu asymetrii niż oporność dławika bez szczeliny. W ten sposób kosztem niewielkiego podwyższenia napięcia zasilającego obwód torowy (dla skompensowania wpływu obniżenia oporności pozornej dławika) zmniejszamy znacznie wahania napięcia (powodowane zmianami natężenia prądu asymetrii) na uzwojeniu liniowym przekaźnika torowego.

Wykresy na rysunkach VII-5 podają zmiany oporności pozornej dławika w zależności od długości szczeliny i natężenia prądu asymetrii. Z wykresu na rysunku VII-5 wynika, że przy braku prądu asymetrii oporność pozorna dławi-



Rys. VII-5. Zmiany oporności pozornej dławika

a — bez prądu asymetrii (w zależności od długości szczeliny), *b* — z prądem asymetrii (dla różnych długości szczeliny)

ka zmniejsza się wraz ze wzrostem długości szczeliny, początkowo znacznie, a po przekroczeniu długości 1 mm w mniejszym stopniu. Przy występującym prądzie asymetrii oporność pozorna początkowo nieznacznie wzrasta, a począwszy od długości szczeliny około 0,5 mm zmniejsza się również nieznacznie, natomiast oporność bez prądu asymetrii jest początkowo bardzo duża, a następnie zmniejsza się wraz ze wzrostem długości szczeliny. Dla szczeliny długości około 1,5 mm różnica ta wynosi zaledwie około 10%.

Z wykresu na rysunku VII-5b wynika, że zależność oporności pozornej od natężenia prądu asymetrii dla danej długości szczeliny jest niemal stała, gdyż przedstawia ją linia krzywa bardzo zbliżona do linii prostej.

Jak widać z wykresu, podczas wzrostu prądu asymetrii oporność pozorna maleje przy wielkości szczeliny $\delta = 0$, natomiast nie zmienia się przy szczelinie $\delta = 1{,}5 \div 2$ mm. Dla dławika bez szczeliny i przy wzroście natężenia prądu asymetrii od 0 do 250 A oporność pozorna maleje od 0,8 do 0,3 Ω. Dla dławika ze szczeliną długości 1,5 mm i przy takiej samej zmianie prądu asymetrii jak poprzednio oporność zmienia się od około 0,35 do około 0,3 Ω, a dla szczeliny 2 mm — tylko od około 0,32 do około 0,3 Ω.

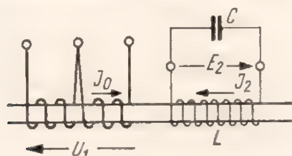
Przytoczone zależności wykazują, że szczelina powietrzna w obwodzie magnetycznym dławika torowego ma duży wpływ na wielkość jego całkowitej oporności. Dlatego też szczelina jest regulowana w wytwórni i nie powinna ulegać żadnym zmianom w czasie eksploatacji dławika.

Praktycznie najlepsze wyniki w pracy dławika torowego uzyskuje się przy długości szczeliny $0{,}3 \div 0{,}4$ mm ze względu na asymetrię prądu trakcyjnego, płynącego przez obie połówki uzwojeń dławika.

c. Dławiki z obwodem rezonansowym

Dla zwiększenia oporności pozornej dławika stosuje się obwód rezonansowy sprzężony indukcyjnie z jego uzwojeniem głównym (rys. VII-6).

Obwód rezonansowy dławika składa się z kondensatora i cewki z szeregiem zaczepów, które umożliwiają regulację tego obwodu. Cewka ta jest umieszczona obok uzwojenia głównego (trakcyjnego) na tym samym rdzeniu dławika. Pojemność kondensatora C waha się w granicach od 8,6 do 11,7 μF.



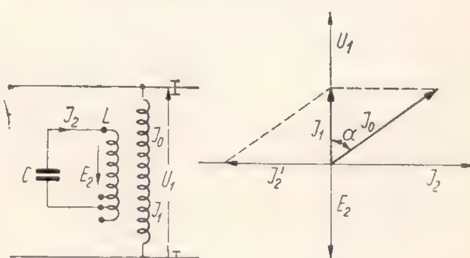
Rys. VII-6. Układ uzwojenia trakcyjnego i rezonansowego na wspólnym rdzeniu dławika
C — kondensator, L — dławik

Gdyby uzwojenie trakcyjne dławika znajdowało się na jego rdzeniu bez obwodu rezonansowego, wówczas napięcie U_1 na zaciskach tego uzwojenia, powodujące w uzwojeniu przepływ prądu o natężeniu J_o, można by przedstawić za pomocą wektora w sposób podany na rysunku VII-7. W tym przypadku wektor natężenia prądu J_0 jest opóźniony o pewien kąt α względem wektora napięcia U_1.

Jeżeli na tym samym rdzeniu dławika umieścimy obwód rezonansowy zło-

żony z cewki L i połączonego z nią równolegle kondensatora C, to na zaciskach tej cewki pojawi się SEM E_2 wywołana — podobnie jak w transformatorze — działaniem prądu J_0. Wektor SEM E_2 będzie skierowany w przeciwną stronę w stosunku do kierunku wektora napięcia U_1.

W zamkniętym obwodzie rezonansowym pod wpływem SEM E_2 popłynie prąd J_2, którego wektor wyprzedzi o 90° wektor SEM E_2.



Rys. VII-7. Obwód rezonansowy dławika torowego i wykres wektorowy dla tego obwodu

C — kondensator, E_2 — siła elektromotoryczna na indukcyjnym uzwojeniu obwodu magnetycznego, J_0 — prąd płynący w przypadku niezastosowania obwodu rezonansowego, J_2 — prąd płynący pod wpływem siły elektromotorycznej E_2, U_1 — napięcie na uzwojeniu trakcyjnym

Prąd J_2 spowoduje powstanie w rdzeniu dławika drugiego strumienia magnetycznego o kierunku przeciwnym do kierunku strumienia wywołanego przez uzwojenie trakcyjne. Strumień ten wzbudzi w uzwojeniu trakcyjnym przepływ prądu J_2', którego wektor jest przeciwnie skierowany do wektora natężenia prądu J_2.

Ponieważ w uzwojeniu trakcyjnym płynie teraz prąd J_0 i prąd J_2', zatem powstanie wypadkowy prąd J_1, którego wektor przy odpowiednim dostrojeniu obwodu rezonansowego może się pokrywać z wektorem napięcia U_1.

Wystąpi wówczas zjawisko rezonansu prądowego: stosunkowo duże prądy składowe złożą się na wypadkowy prąd J_1 znacznie mniejszy od prądu J_0 płynącego w uzwojeniu trakcyjnym, gdy nie zastosowano obwodu rezonansowego.

Na zasadzie prawa Ohma dla prądu zmiennego otrzymamy wzór na oporność pozorną Z:

$$Z = \frac{U_1}{J_1}.$$

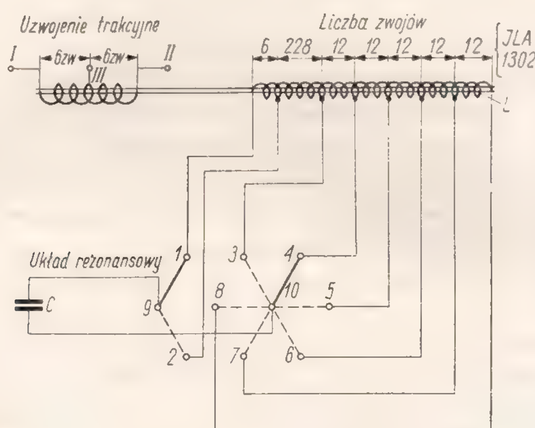
Ze wzoru tego wynika, że przy mniejszym prądzie zmiennym J_1 uzyskamy większą oporność pozorną Z dławika torowego dla prądu sygnałowego. Dla prądu stałego oporność uzwojenia dławika nie ulegnie zmianie.

Oporność pozorna dławika torowego przy danych wielkościach elektrycznych obwodu rezonansowego oraz napięcia na uzwojeniu trakcyjnym zależy także od szerokości szczeliny powietrznej (od 0,3 do 0,4 mm) obwodu magnetycznego w dławiku.

Przy stałej pojemności wielkość oporności pozornej zależy od indukcyjności cewki. Doświadczenia wykazują, że dla pojemności kondensatora $C = 10{,}5\ \mu F$ największą oporność pozorną w dławiku typu JLA 1302 uzyskano przy 246 zwojach cewki obwodu rezonansowego, tj. przy połączeniu zacisków *9-1* oraz *10-4* (rys. VII-8). Na rysunku jest pokazany schemat uzwojenia rezonansowego w dławiku torowym i sposób regulowania przez włączanie odpowiedniej liczby

jego zwojów. W tablicy VII-1 podano liczbę zwojów, która jest zależna od sposobu połączenia zacisków, oraz wielkość oporności pozornej i natężenia prądu zmiennego.

Oporność pozorna Z nie powinna być mniejsza od 3,5 Ω dla dławika torowego typu JLA 1302 przy częstotliwości $f = 50$ Hz i przyłożonym napięciu $U = 2$ V



Rys. VII-8. Układ wewnętrznych połączeń dławika torowego z obwodem rezonansowym

Wielkość oporności pozornej uzwojenia trakcyjnego dławika jest zależna od indukcyjności obwodu rezonansowego przy danej pojemności oraz od wielkości przyłożonego napięcia do szyn obwodu torowego.

Dla uzyskania największej oporności pozornej dławika torowego należy dobrać odpowiednią liczbę zwojów w obwodzie rezonansowym. Można tego dokonać doświadczalnie, utrzymując stałe napięcie na cewce uzwojenia trakcyjnego dła-

Tablica VII-1

Połączenia obwodu rezonansowego dławika torowego

Kondensator o pojemności μF	Połączenia zacisków	Zwoje cewki dławika typu JLA 1302		
		J [A]	Liczba zwojów	Z [Ω]
od 8,6 do 11,7	*9—1* oraz *10—8*	1,38	294	1,43
	9—2 *10—8*	1,23	288	1,63
	9—1 *10—7*	1,06	282	1,87
	9—2 *10—7*	0,90	276	2,22
	9—1 *10—6*	0,76	270	2,63
	9—2 *10—6*	0,65	264	3,08
	9—1 *10—5*	0,56	258	3,57
	9—2 *10—5*	0,51	252	3,92
	9—1 *10—4*	0,50	246	4,00
	9—2 *10—4*	0,53	240	3,78
	9—1 *10—3*	0,61	234	3,28
	9—2 *10—3*	0,79	228	2,53

wika, zmieniać liczbę zwojów obwodu rezonansowego, pomagając sobie mierzeniem natężenia prądu.

Największa oporność pozorna dławika o różnej liczbie zwojów cewki obwodu rezonansowego wypada dla różnych wielkości napięć na szynach obwodu torowego. Ponieważ napięcie na szynach obwodu torowego zależy między innymi od warunków atmosferycznych, dlatego trzeba tak dobrać elementy obwodu rezonansowego, ażeby przy dopuszczalnych wahaniach napięcia na szynach obwodu torowego oporność pozorna dławika zmieniała się w możliwie niewielkich granicach w porównaniu z maksymalną wartością oporności.

Praktycznie dobieranie liczby zwojów do cewki obwodu rezonansowego może być wykonane przez montera zrk po przyłączeniu dławika do szyn i po włączeniu źródła zasilania odcinka izolowanego na podstawie pomiaru napięcia w obwodzie rezonansowym podczas zmiany liczby zwojów cewki; uzyskanie maksymalnego napięcia świadczy o właściwym doborze obwodu rezonansowego.

d. Dławik torowy typu JLA 13

Na PKP stosuje się dławik torowy typu JLA 13 (rys. VII-9). Obwód magnetyczny tego dławika stanowi rdzeń wykonany z blach transformatorowych ze szczeliną powietrzną odpowiednio ustaloną. Rdzeń cewki otaczają 2 cewki, stanowiące uzwojenie trakcyjne, w postaci grubych prętów miedzianych, o przekroju 9 ×34 mm, bez oplotu, lecz z przekładkami preszpanowymi. Cewki mają 12 zwojów nawiniętych szeregowo po 6 zwojów w jednym kierunku.

Cewki o tak znacznym przekroju uzwojeń mają niewielką oporność rzeczywistą od 0,0004 do 0,0006 Ω i umożliwiają swobodny przepływ prądu stałego o natężeniu około 1000 A.

Zwoje obu cewek są wyposażone w zaczepy wyprowadzone na zewnątrz dławika — jeden ze środka łączy obie cewki, a 2 pozostałe zaczepy są połączone z drugimi końcami cewek.

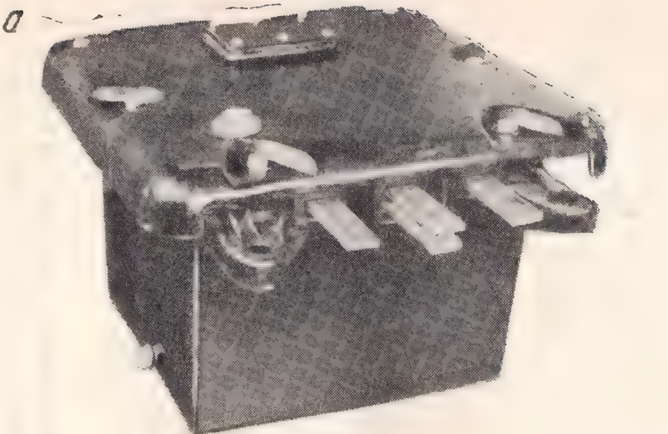
Wszystkie części składowe dławika są umieszczone w skrzyni staliwnej, szczelnie zamkniętej pokrywą. Skrzynia ta jest przyśrubowana do podkładów lub specjalnych fundamentów.

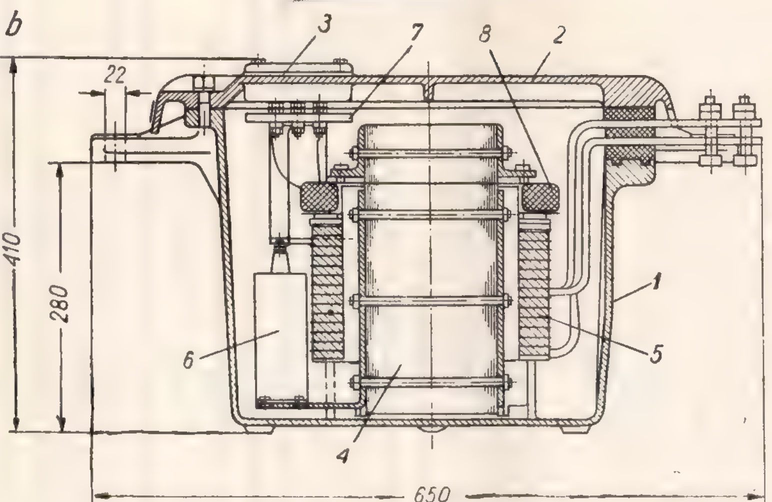
Wnętrze skrzyni jest wypełnione olejem transformatorowym w ilości około 20 kg. Aby zwoje dławika były dobrze chłodzone, wszystkie jego części powinny być zanurzone w oleju. Wewnątrz skrzyni jest znak wskazujący wymagany poziom oleju. Otwory w ścianach bocznych i w dnie skrzyni służą do spuszczania oleju oraz wody; normalnie są one zakryte śrubami z ołowianymi podkładkami.

W razie przymocowania dławika torowego do podkładów najwyższa jego część wznosi się 130 mm ponad podkład.

Dławiki torowe umieszcza się zazwyczaj na zewnątrz toru (rys. VII-10a), rzadziej — wewnątrz między szynami (rys. VII-10b) — przypadek bardzo rzadko stosowany na PKP.

Końce *I* i *II* uzwojenia dławika są połączone z szynami; środkowe wyprowadzenie służy do przepuszczenia prądu trakcyjnego.

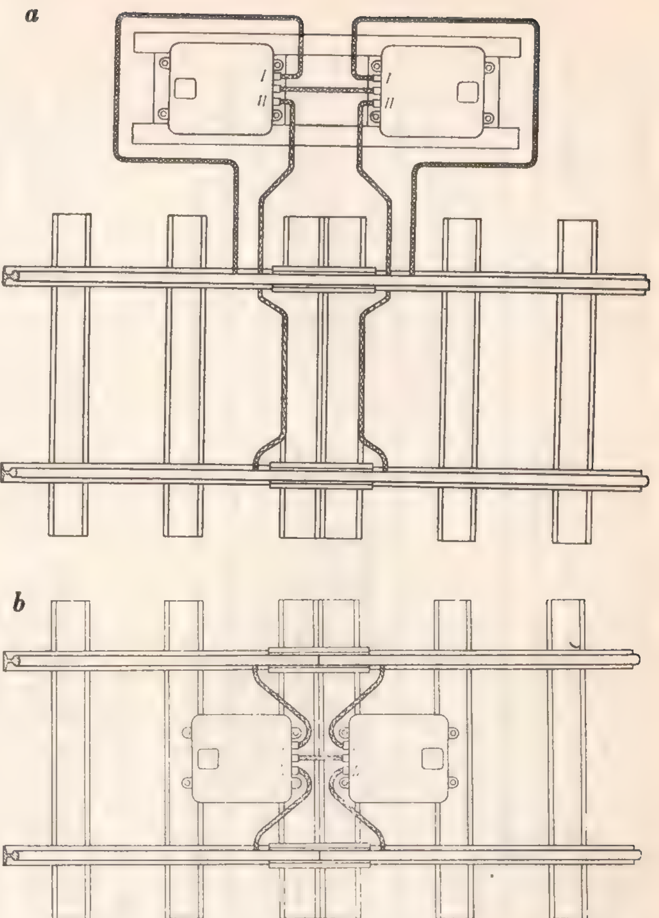




Rys. VII-9. Dławik torowy

a — widok zewnętrzny, *b* — konstrukcja

1 — skrzynia staliwna (obudowa), *2* — pokrywa skrzyni, *3* — mała pokrywka do obwodu rezonansowego, *4* — rdzeń dławika, *5* — cewka uzwojenia trakcyjnego, *6* — kondensator obwodu rezonansowego, *7* — płytka izolacyjna dla zacisków obwodu rezonansowego, *8* — uzwojenie obwodu rezonansowego



Rys. VII-10. Sposoby umieszczania dławików

a — na zewnątrz toru, *b* — wewnątrz toru

Tablica VII-2

Dane znamionowe dławika JLA

Oznaczenie	Liczba zwojów rezonansowych	Pojemność [μF]	Uzwojenie trakcyjne				Uwagi
			prąd [A]	oporność [Ω]		częstotliwość [Hz]	
				R	Z		
LA 1301	294	min. 8,6	1000	0,0006	7	50	z obwodem rezonansowym
1302	294		1000	0,0006	3,5÷7	50	
1303	200	max. 11,7	1000	0,0006	4,5	75	
1304	294		1000	0,0006	4,0	75	
1305	364		1000	0,0006	4,0	75	
1311			1000	0,0006	0,7	50	bez obwodu rezonansowego

Izolacja między zwojami cewek dławika wytrzymuje wzrost temperatury dławika do +75°C przy temperaturze otoczenia 35°C.

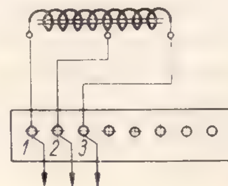
Zewnętrzne wymiary dławika torowego są następujące: wysokość 410 mm, długość 650 mm i szerokość 550 mm, a jego ciężar wynosi około 220 kG.

Tablica VII-2 podaje kilka rodzajów dławików typu JLA.

2. Dławiki sygnałowe

W obwodach świateł zielonych i pomarańczowych semaforów świetlnych oraz świetlnych tarcz ostrzegawczych sygnalizujących 2 światłami jazdę ze zmniejszoną szybkością znajdują zastosowanie dławiki sygnałowe. Zewnętrznie są one podobne do transformatorów typu REJ 1005, a wewnętrzną budową różnią się przede wszystkim od niego brakiem uzwojenia wtórnego.

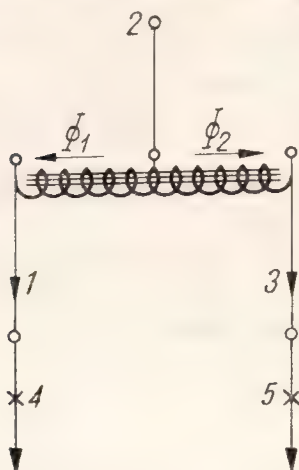
Zadaniem dławika sygnałowego jest niedopuszczenie do ukazania się fałszywego sygnału na semaforze lub tarczy sygnałowej, mogącego spowodować poważne zakłócenia w ruchu lub katastrofę. Mogłoby to nastąpić w razie przepalenia się jednej z 2 żarówek świateł zielonych, pomarańczowych lub zielonego pomarańczowego — sygnalizujących na semaforze albo na tarczy ostrzegawczej, np. dla pociągu wjeżdżającego na stację.



Rys. VII-11. Układ połączeń dławika sygnałowego REJ 1003

W semaforach świetlnych sygnalizujących 2 światłami stosuje się dławiki typu REJ 1003 (rys. VII-11). Cewka tego dławika jednym końcem jest przyłączona do obwodu jednej żarówki światła zielonego bądź pomarańczowego, a drugim końcem — do obwodu drugiej żarówki światła zielonego bądź pomarańczowego. Układ taki przedstawiono na rysunku VII-12.

Zasada działania układu dławika sygnałowego polega na tym, że prąd zasilający płynie do zacisku połączonego ze środkiem uzwojenia dławika. Przy świeceniu się obydwu żarówek prąd rozgałęzia się w dławiku i płynie przez obie połówki uzwojenia dławika do obu żarówek. Ponieważ prąd zasila dwie żarówki jednakowej mocy, zatem zapotrzebowanie prądu jest jednakowe i w obu gałęziach płynie prąd o tym samym natężeniu, który wywołuje strumienie magnetyczne równe pod względem wielkości, lecz przeciwnie skierowane. Strumienie



Rys. VII-12. Schemat przyłączenia dławika REJ 1003 do obwodów dwóch świateł sygnałowych

2 — środkowy zacisk uzwojenia dławika, *1*, *3* — zaciski dołączeń obwodów żarówek, *4*, *5* — żarówki sygnalizacyjne

te tworzą strumień wypadkowy równy zeru, wskutek czego oporność pozorna uzwojenia dławika jest bardzo mała i wynosi zaledwie 30 Ω, co odpowiada oporności czynnej uzwojenia połówki dławika. Stosunek oporności czynnej pomiędzy zaciskami *1-2* i *2-3* (rys. VII-11) powinien wynosić jeden.

Jeżeli jednak którakolwiek z żarówek zostanie przepalona, to prąd popłynie tylko przez żarówkę nie przepaloną, a więc tylko przez jedną połówkę uzwojenia dławika. Spowoduje to powstanie znacznej oporności pozornej, wynoszącej około 17 000 Ω przy napięciu 110 V. Wzrost tej oporności spowoduje znaczny spadek natężenia prądu i napięcia na drugiej (nie uszkodzonej) żarówce, która wskutek tego również przestanie świecić.

W wyniku obniżenia się natężenia prądu przekaźnik kontroli światła zielonego przejdzie w stan bierny, kotwica jego opadnie i nastąpi przełączenie obwodów. Drugie światło zgaśnie i na semaforze zaświeci się światło czerwone, a na tarczy ostrzegawczej — światło pomarańczowe zasadnicze.

Moc znamionowa dławika typu REJ 1003 wynosi 55 VA, zużycie prądu — 0,5 A, a jego ciężar — 5,3 kG.

3. Oporniki

Każdy obwód elektryczny składa się ze źródła prądu i odbiornika, połączonych przewodami. W takim zamkniętym obwodzie płynie prąd elektryczny, którego natężenie jest zależne od wielkości oporu całego obwodu. Oporność wy-

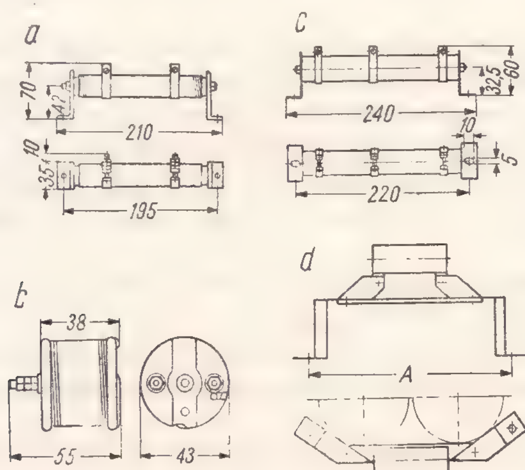
kazują nie tylko przewodniki, w których płynie prąd, lecz przede wszystkim odbiorniki prądu; w urządzeniach zrk odbiornikami prądu są żarówki, silniki itp. Im większy opór stanowi obwód, tym mniejszy prąd będzie w nim płynął, i odwrotnie.

W obwodach elektrycznych urządzeń zrk zachodzi często konieczność regulowania natężenia prądu; polega ono na zwiększaniu bądź zmniejszaniu oporności danego obwodu za pomocą przyrządów zwanych o p o r n i k a m i. Oporniki takie mają różną oporność, która może być odpowiednio dobrana, przy czym do obwodu może być włączona cała oporność danego opornika bądź tylko jego część.

W przekaźnikowych urządzeniach zrk są stosowane oporniki regulowane i oporniki stałe. Zazwyczaj oporniki te mają różne oporności: od 1 do 500 Ω i moc od 6 do 50 W; mogą one być umieszczane zarówno na stojakach przekaźnikowych w nastawniach, jak i w szafach torowych stojących na wolnym powietrzu.

Oporniki typu REL są wykonane z nikielinowego oksydowanego drutu oporowego, nawiniętego na porcelanową rurę. Obydwa końce tej rury są przymocowane do wsporników wykonanych z lekkiego metalu lub z miękkiej blachy stalowej odpowiednio wygiętej (rys. VII-13).

Oporniki te są stosowane jako dzielniki napięcia dla powtarzaczy świateł sygnałowych w obwodach semaforów i tarcz świetlnych.

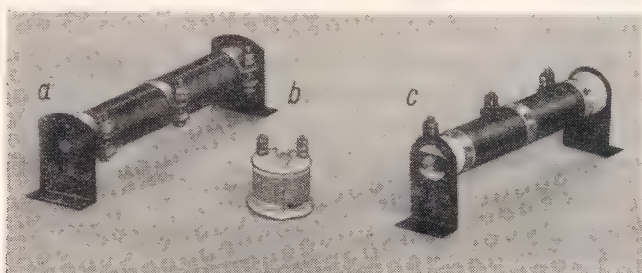


Rys. VII-13. Oporniki stosowane w przekaźnikowych urządzeniach zrk
a — typ REL, *b* — typ RCR, *c* — typ REN, *d* — typ bocznikowy

Oporniki typu REL można nastawiać na żądaną oporność, regulując ją za pomocą przesuwanej taśmy zaciskowej (rys. VII-14c). Oporniki te zwykle mają 2 stałe taśmy zaciskowe, umieszczone na obu końcach nawiniętego drutu oporowego, w razie potrzeby dodaje się ruchomą trzecią taśmę zaciskową. Oporniki typu REL mają moc 35 W, obliczoną na najwyższy dopuszczalny prąd przy włączeniu całej ich oporności.

Oporniki typu REN (rys. VII-13c oraz VII-14a), wykonane podobnie jak oporniki typu REL, mają specjalne zastosowanie jako oporniki ochronne w obwodach torowych. Zadaniem ich jest zabezpieczanie transformatorów torowych przed zwarciem.

Oporniki typu REN mają moc 50 W, obliczoną podobnie jak dla oporników typu REL — na najwyższy dopuszczalny prąd przy włączeniu ich pełnej oporności. Taki prąd maksymalny dla opornika 2,5 Ω wynosi 45 A, dla 16 Ω — 1,8 A, dla 40 Ω — 1,2 A, a dla 300 Ω — 0,5 A.



Rys. VII-14. Wygląd zewnętrzny oporników stosowanych w urządzeniach zabezpieczenia ruchu kolejowego

a — typ REN, *b* — typ RCR, *c* — typ REL

Opornik 300 Ω jest stosowany w odcinkach izolowanych samoczynnej blokady kodowej.

Dla odcinków izolowanych zwrotnicowych i dla krótkich odcinków izolowanych torowych (około 500 m) bez dławików torowych, które zwykle nie pobierają dużego prądu, stosuje się oporniki 40 Ω, dla odcinków długich z dławikami torowymi — oporniki 16 Ω lub mniejsze. Oporniki 2,5 Ω są stosowane od strony zasilania odcinków kodowych zasilanych bezpośrednio z transformatora zasilającego (bez dławików transformatorów), gdyż odcinki te wymagają zasilania prądem 3 do 4 A.

W obwodach torowych z długimi odcinkami izolowanymi lub z dławikami torowymi stosuje się oporniki 11 Ω, 5 A.

Między powierzchniami czołowymi a metalowymi wspornikami powinny znajdować się przekładki z miękkiego materiału, źle przewodzącego ciepło, np. z azbestu.

Ruchome taśmy zaciskowe w opornikach mogą być ustalane w dowolnym potrzebnym położeniu.

Stałe taśmy zaciskowe tych oporników mogą być użyte zarazem jako ograniczniki, między którymi może się przesuwać ruchoma taśma zaciskowa.

Stałe oporniki typu RCR (rys. VII-13b i VII-14b) są wykonane z drutu oporowego, który jest nawinięty na porcelanowy rdzeń. Oporniki te mają różne oporności i są wykonywane na prąd o mocy od 6 do 10 W; są one stosowane w obwodach napędów elektrycznych.

Oporniki przedstawione na rysunku VII-13d, nie mające specjalnego oznaczenia fabrycznego, są stosowane jako boczniki dla przekaźników o małych

opornościach uzwojenia cewek elektromagnesów przekaźników typu JRB i JRC, które są używane na liniach z trakcją elektryczną, na prąd zmienny. Opornik taki jest przystosowany do mocy 10 W i oporności 20 lub 100 Ω.

Każdy opornik stosowany w obwodach elektrycznych urządzeń przekaźnikowych zrk powinien mieć określone następujące cechy charakterystyczne:
— znamionową wielkość oporności w Ω;
— dopuszczalną wielkość natężenia prądu w A lub moc w W;
— nazwę bądź znak zakładu produkującego.

Wymiary zewnętrzne oporników są podane na rysunku VII-13.

Pomiaru oporności oporników wbudowanych w obwodach prądu stałego dokonuje się praktycznie najprościej za pomocą mostka Wheatstone'a, a oporni-

Tablica VII-3

Oporniki

Oznaczenie	Oporność całkowita [Ω]	Moc ciągła max. [W]	Uwagi
REL 60101	1	35	
60102	2	35	
60105	5	35	
60108	10	35	
60110	15	35	
60113	30	35	
60115	50	35	
60118	100	35	
60120	200	35	
60124	500	35	
RCR 24121	1	10	
24101	2	10	
24102	5	10	
24103	10	10	
24105	25	10	
24107	50	10	
24126	100	6	
24109	200	6	
24124	500	6	
REN 2012/2,5	2,5	50	J = 4,5 A
2012/16	16	50	J = 1,8 A
2012/40	40	50	J = 1,2 A
2012/300	300	50	J = 0,5 A
			opornik stosowany w przekaźniku
480205/1	20	10	JRB (A = 145 mm)
480205/2	20	10	JRC (A = 112 mm)
480205/3	100	10	JRB (A = 145 mm)
480205/4	100	10	JRC (A = 112 mm)

Uwaga: wymiar A jest zaznaczony na rysunku VII-13d.

ków znajdujących zastosowanie w obwodach prądu zmiennego — najpraktyczniej metodą techniczną za pomocą woltomierza i amperomierza bądź metodą mostkową.

Izolacja części przewodzących prąd w stosunku do metalowych wsporników opornika powinna w czasie 1 minuty wytrzymywać badania dokonywane prądem zmiennym o napięciu 1500 V i częstotliwości 50 Hz. Oporność izolacji, mierzona za pomocą induktora (megaomomierza) przy napięciu 500 V, nie może być mniejsza od 25 MΩ.

Tablica VII-3 podaje najczęściej spotykane typy i rodzaje oporników używanych w urządzeniach zrk.

Wielkość opornika dobiera się w zależności od potrzeb regulacyjnych napięcia na uzwojeniu wtórnym transformatora zasilającego i zależnie od wartości prądu pobieranego przez odcinek izolowany.

W każdym przypadku opornik powinien umożliwiać regulację napięcia w zakresach różnicy uzyskiwanej na odczepach transformatora (dla REJ 1101 — 2 V, dla REJ 1102 — 1 V.)

VIII. URZĄDZENIA ZABEZPIECZENIA PRZEJAZDÓW

1. Ogólne zasady zabezpieczania przejazdów kolejowych

Stale wzrastający ruch kolejowy i postępująca szybko motoryzacja na drogach kołowych powodują konieczność budowy i stosowania nowych urządzeń zabezpieczenia ruchu na przejazdach w poziomie szyn. Idealnym rozwiązaniem tego problemu byłoby wykonywanie skrzyżowań bezkolizyjnych, tzn. budowanie wiaduktów.

Zgodnie z postanowieniami Międzynarodowego Związku Kolejowego (UIC) przejazdy podzielono na następujące kategorie:

I — przejazdy zamykane rogatkami,
II — przejazdy z samoczynną sygnalizacją świetlną:
  a — z półrogatkami obsługiwanymi przez pociąg, tj. z rogatkami o krótkich drągach, opuszczanych i podnoszonych w odpowiednich momentach,
  b — bez półrogatek,
III — przejazdy bez rogatek i bez samoczynnej sygnalizacji świetlnej,
IV — przejścia publiczne w poziomie szyn dla pieszych.

Postęp techniczny i względy ruchowe doprowadziły do zastosowania samoczynnej sygnalizacji świetlnej, czego następstwem jest kasowanie rogatek oraz stosowanie półrogatek, jako uzupełnienia samoczynnej sygnalizacji świetlnej.

Dlatego też stosowane są różne sposoby zabezpieczania przejazdów w poziomie szyn w zależności od charakteru linii kolejowych oraz od stopnia znaczenia skrzyżowania.

Opracowane wytyczne określają, kiedy wolno stosować sygnalizację samoczynną i rogatki, kiedy sygnalizację samoczynną i kiedy samoczynną sygnalizację świetlną z krótkimi drągami.

Uzupełnienie rogatek z normalnymi drągami dodatkową sygnalizacją świetlną światłem migającym i samoczynnymi urządzeniami zapowiadania zbliżających się pociągów na przejazdach o szczególnie ożywionym ruchu usuwa w znacznym stopniu odczuwane wady rogatek z długimi drągami.

Urządzenia z sygnalizacją świetlną oraz urządzenia z sygnalizacją samoczynną i rogatką działają przeważnie łącznie z sygnalizacją akustyczną.

Samoczynna sygnalizacja świetlna na przejazdach może być uzupełniona półrogatkami (krótkimi drągami na pół szerokości drogi) uruchamianymi przez pociąg, które z uwagi na kierunek ruchu pojazdów drogowych zamykają po obu stronach toru jedną (prawą) stronę drogi.

Urządzenia rogatek z krótkimi drągami można podzielić na dwie grupy: urządzenia na torze kolejowym i urządzenia na drodze kołowej. Do urządzeń na torze należą: urządzenia do oddziaływania pociągu, szafy torowe z aparaturą, kable, sygnały dla maszynisty, wskaźniki do tych sygnałów i urządzenia zdalnej kontroli. Do urządzeń na drodze należą w zasadzie: sygnały świetlne na przejeździe oraz rogatki z krótkimi drągami i przynależnymi napędami.

Krótkie drągi rogatek maluje się w pasy czerwone i białe, natomiast dla polepszenia widoczności w porze nocnej zaopatruje się je w światła lub w odbłyski koloru czerwonego.

Jeżeli przejazd jest wyposażony w samoczynną sygnalizację świetlną, to przy zbliżaniu się pociągu do takiego przejazdu na sygnałach przejazdowych zaświecą się czerwone światła migające oraz zostanie włączony dzwonek lub syrena. Przy samoczynnej sygnalizacji z rogatkami podczas zbliżania się pociągu do przejazdu na sygnałach zaświeci się światło czerwone migające, zostanie uruchomiony silnik elektryczny napędu i nastąpi wówczas samoczynne zamknięcie rogatki, przy czym na drągach rogatkowych zaświecą się również czerwone światła i będzie dzwonił dzwonek. Po minięciu przez pociąg odcinka ostrzegawczego (przejazdu) urządzenia wracają samoczynnie do normalnego stanu.

2. Urządzenia samoczynnej sygnalizacji na przejazdach

Na urządzenia samoczynnej sygnalizacji świetlnej składają się:
— właściwe sygnały (optyczne i akustyczne),
— urządzenia sterujące,
— przekaźniki,
— źródła zasilania,
— elektryczne napędy rogatkowe,
— półdrągi,
— nastawnik lokalny,
— kontroler położenia drągów.

a. Sygnały sygnalizacji przejazdowej

Coraz szersze zastosowanie znajdują urządzenia sygnalizacji świetlnej i akustycznej zmontowane na wspólnym słupie wraz z odpowiednim krzyżem ukośnym dla każdego kierunku jazdy kołowej. Przykład takiego urządzenia jest pokazany na rysunku VIII-1.

Sygnalizacja samoczynna ostrzega o zbliżaniu się pociągu do przejazdu za pomocą jednego światła czerwonego migającego (w niektórych zarządach kolejowych dwa światła czerwone umieszczone obok siebie w linii poziomej,

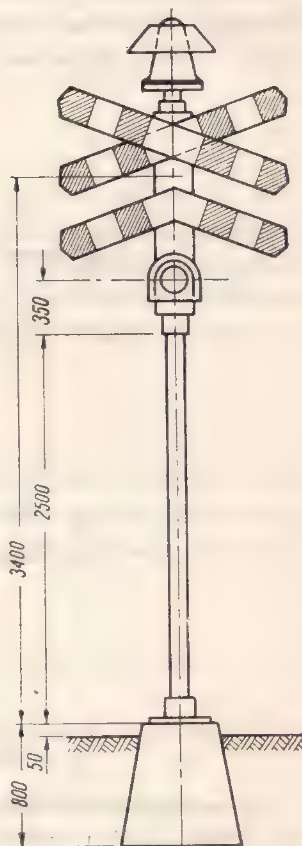
na przemian migające). Sygnały dawane za pomocą światła czerwonego mogą być uzupełnione sygnałem akustycznym.

W sygnalizacji świetlnej na PKP stosuje się obecnie na przejazdach jeden kolor, a mianowicie czerwony. Jeżeli przejazd jest wolny, to nie świeci się żadne światło. Częstotliwość migania światła czerwonego wynosi 40÷60 na minutę. Czas trwania przerwy równa się czasowi włączenia światła.

Sygnały te powinny być umieszczane po prawej stronie drogi, patrząc w kierunku ruchu kołowego.

Jeżeli droga dla pojazdów kołowych biegnie równolegle lub prawie równolegle do linii kolejowej, to sygnały przejazdowe mogłyby być widziane przez maszynistę zbliżającego się pociągu. Aby tego uniknąć, stosuje się tarcze osłonowe tak ustawione, aby maszynista nie dostrzegał sygnału przejazdowego.

Komory światła czerwonego mają po dwie żarówki sygnałowe, każda zasilana oddzielnie działającym układem urządzeń. W razie zaistnienia jakiejkolwiek usterki, zostaje włączony sygnał alarmowy na najbliższym posterunku ruchu, co powoduje zadziałanie w tym czasie drugiego, nie uszkodzonego układu urządzeń.



Rys. VIII-1. Sygnalizacja świetlna i akustyczna na wspólnym słupie

b. Urządzenia sterujące

Jako urządzenia sterujące znajdują zastosowanie:

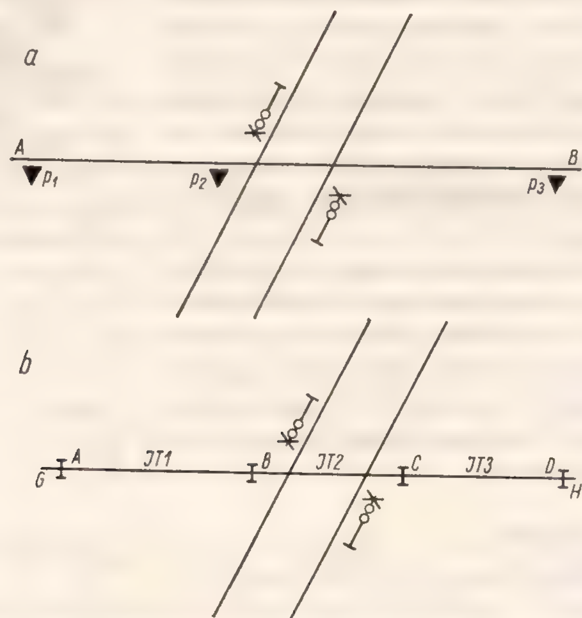
a — krótkie odcinki izolowane,
b — długie odcinki izolowane,
c — przyciski szynowe, czujniki magnetyczne, elektromagnesy torowe itp.,
d — urządzenia obsługiwane ręcznie.

Wymienione urządzenia sterujące były już omówione w poprzednich rozdziałach. Tu należy podkreślić, że urządzenia sterujące umieszcza się w torze w odległości zależnej od czasu migania świateł sygnałowych oraz od maksymalnych możliwych szybkości jazd pociągów. Urządzenie sterujące zastosowane jako kasujące powinno być umieszczone przed przejazdem lub w pobliżu za nim. Najkrótszy czas ostrzegania wynosi nie mniej niż 20 s, a maksymalny — 90 s.

Jak wynika z rysunku VIII-2a sygnalizacja przejazdowa oparta jest na współdziałaniu z urządzeniami sterującymi (punktami oddziaływania) wykonanymi jako przyciski szynowe lub czujniki magnetyczne. Jeżeli pociąg jedzie od strony lewej ku prawej, to najeżdża najpierw na przycisk szynowy p_1, co powoduje włączenie urządzeń sygnalizacji na przejeździe.

Odległość p_1—p_2 dla jazdy w prawo oraz p_2—p_3 dla kierunku przeciwnego nazywane są odcinkami ostrzegawczymi, gdyż pociąg wjeżdżający na początek takiego odcinka rozpoczyna sterowanie urządzeniem i włącza sygnał ostrzegawczy. Odległość między przyciskami p_1 i p_3 nazywa się odcinkiem sygnalizacyjnym.

W sygnalizacji przejazdowej współpracującej z obwodami torowymi (z izolowanym odcinkiem ostrzegawczym) dla kierunku ruchu w prawo będzie odcinek $A-C$, a dla odwrotnego kierunku jazdy odcinek $D-B$ (rys. VIII-2b).



Rys.VIII-2. Rozmieszczenie urządzeń sterujących sygnalizacją na przejeździe
a — z przyciskami lub czujnikami, *b* — z odcinkami izolowanymi

Na odcinek ostrzegawczy składają się po dwa obwody torowe: jeden długi $A-B$ lub $D-C$ i krótki $B-C$ dla obu kierunków jazdy. Długości odcinków izolowanych $A-B$ i $D-C$ zależą od maksymalnej szybkości pociągu oraz od czasu ostrzegania.

Jeżeli do przejazdu zbliża się pociąg i najedzie na przyciski szynowe lub czujniki magnetyczne, to nastąpi wyświetlenie się czerwonych świateł sygnałowych migających z częstotliwością 60 razy na minutę i opuszczanie krótkich drągów do położenia poziomego. Sygnalizacja ta powinna być włączona przynajmniej na 30 sekund przed ukazaniem się czoła najszybszego pociągu na przejeździe.

Włączenie świateł czerwonych i podniesienie się krótkich drągów do położenia pionowego następuje po minięciu przycisków lub czujników magnetycznych znajdujących się w pobliżu przejazdu.

Inny rodzaj urządzeń sygnalizacyjnych na przejeździe działa w następujący sposób: po najechaniu pociągu na przycisk szynowy lub czujnik magnetyczny

włączają się na przejeździe sygnały dla pojazdów drogowych, świecące czerwonym światłem migającym, a dla maszynisty — sygnał (i ewentualnie jego powtarzacze) wskazujący światło białe ciągłe.

Od tego momentu następuje okres wstępny do zamykania rogatki; po upływie 8 sekund zaczynają opadać krótkie drągi rogatki, co trwa 16 sekund. Po zamknięciu rogatki przestaje działać sygnał akustyczny. Po opadnięciu krótkich drągów o 10° od zasadniczego położenia (pionowego) zaświecą się na nim (trzy lub więcej) światła czerwone migające w stronę nadjeżdżających pojazdów drogowych, a w stronę przeciwną — migające światła pomarańczowe.

c. Przekaźniki

W urządzeniach sygnalizacji samoczynnej na przejazdach stosuje się przekaźniki na prąd stały i na prąd zmienny. Najczęściej stosowanymi przekaźnikami są typu JRB, JRG, JRM, JRR, JRK, JRV oraz ZRV, KDR, RL2 i wiele innych, które były opisane w rozdziale pierwszym. Przekaźniki stosowane w urządzeniach na przejazdach umieszcza się najczęściej w szafach torowych odpowiednio ustawionych przy torze.

d. Zródła zasilania

Urządzenie sygnalizacji jest zasilane z dwóch baterii akumulatorów zasadowych, ładowanych buforowo z sieci energetycznej. W razie przerwy w dostawie prądu z sieci, pojemność baterii wystarcza na 24 godziny działania urządzeń.

e. Elektryczny napęd rogatkowy

Elektryczny napęd rogatkowy (rys. VIII-3) stosowany na PKP składa się z:
— silnika elektrycznego,
— urządzenia stykowego,
— mechanizmu nastawczego.

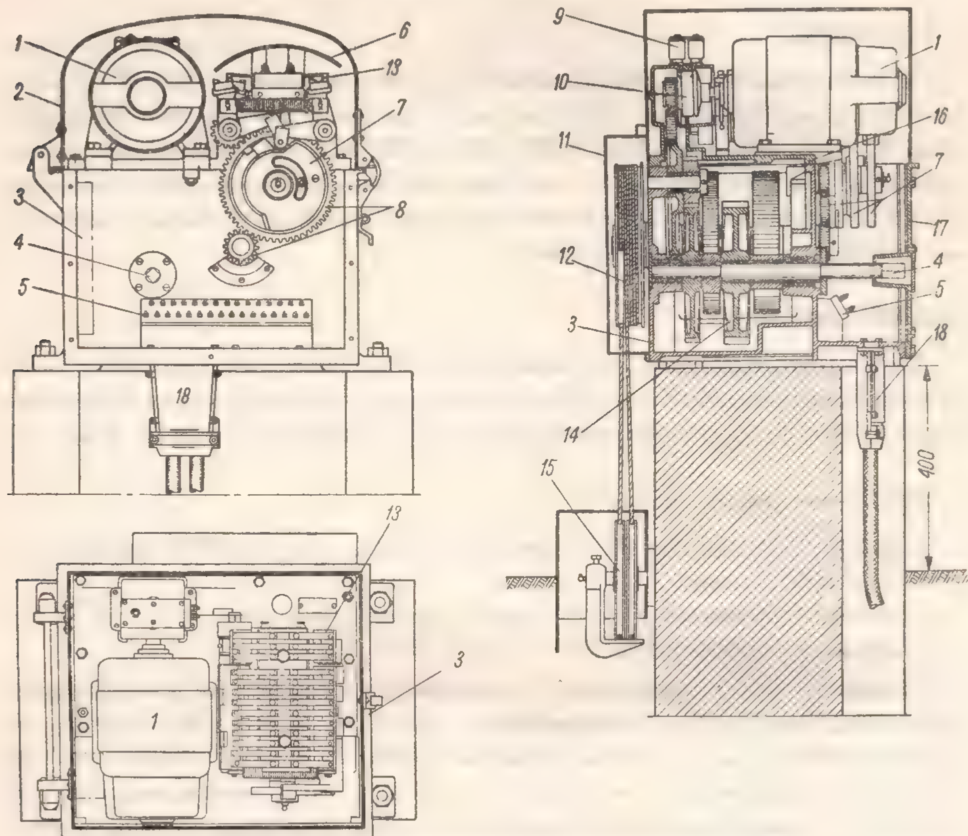
Napęd ten jest przystosowany do nastawiania drągów za pomocą pędni elastycznej, łączącej drągi z napędem.

Poszczególne części napędu są zmontowane w hermetycznej obudowie, która chroni wnętrze przed wpływami atmosferycznymi. Przesuw pędni wynosi od 1,6 do 2,7 m, a jej szybkość przesuwu — około 2,3 m/min z siłą pociągową 500 do 700 kG. W mechanizmie nastawczym znajduje się sprzęgło elektromagnetyczne, które w razie przerwy w dopływie prądu do silnika powoduje zatrzymanie drągów rogatkowych w dowolnym położeniu. Włączenie prądu do silnika powoduje zwolnienie działania sprzęgła i umożliwia przesuw drągów.

Ponieważ w czasie przerwy w dopływie prądu elektrycznego do silnika elektryczny napęd rogatkowy może być uruchomiony ręcznie za pomocą przenośnej korby, dlatego więc napęd powinien być ustawiony w takim miejscu, z którego jest dobra widoczność całego przejazdu z miejsca obsługującego. W razie uruchamiania starszego typu napędu za pomocą korby muszą być wyjęte bezpieczniki w obwodzie nastawczym. W najnowszym typie elektrycz-

nego napędu JEG-10 znajduje się urządzenie blokujące nastawianie elektryczne podczas ręcznej obsługi napędu.

Elektryczny napęd rogatkowy ustawia się tak na fundamencie betonowym (rys. VIII-4), aby bęben linowy znajdował się po stronie krążków załomowych do pędni. Ustawiony w poziomie napęd powinien być mocno przykręcony do fundamentu. U dołu fundamentu zakłada się krążki załomowe, które ustawia się równolegle w stosunku do bębna linowego napędu według kierunku linki pędniowej, a po odpowiednim ich ustawieniu, mocno przymocowuje się je do fundamentu.



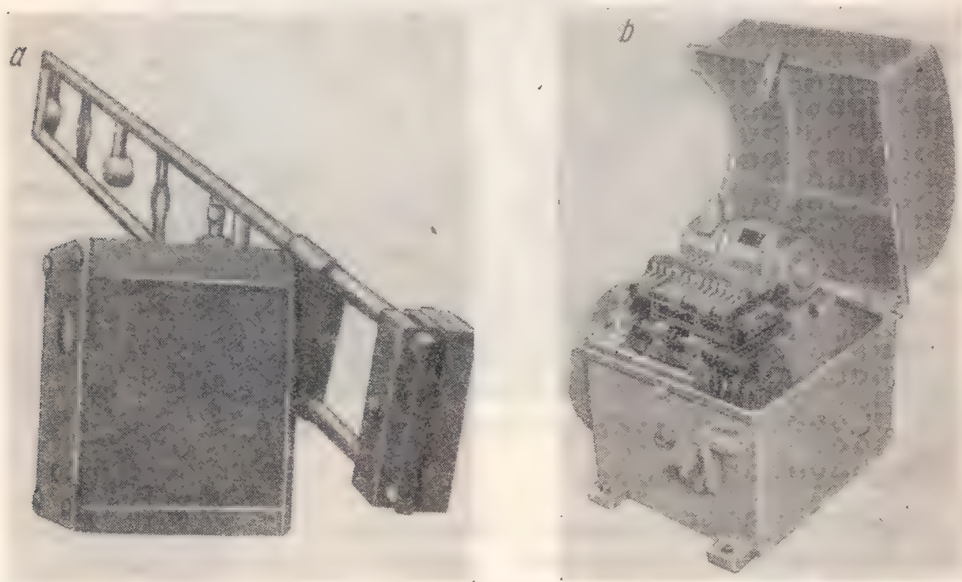
Rys. VIII-3. Elektryczny napęd rogatkowy (konstrukcja)

1 — silnik, *2* — pokrywa, *3* — obudowa, *4* — oś do zakładania korby, *5* — listwa zaciskowa, *6* — osłona zestyków, *7* — tarcz terująca, *8* — przekładnia zębata do napędu tarcz sterujących, *9* — hamulec elektromagnetyczny, *10* — sprzęgło cierne *11* — obudowa bębna linowego, *12* — bęben linowy, *13* — zestyki napędu, *14* — koła zębate, *15* — krążki załomowe do pędn i, *16* — skrzynia żeliwna przekładni zębatej, *17* — skrzynia żeliwna przyłącza kablowego, *18* — końcówka kablowa

Wewnątrz napędu ruch koła napędowego przenosi się na trzy odpowiednie tarcze sterujące, z których dwie uruchamiają układ styków dla obwodu silnika i obwodów kontrolnych, a trzecia uruchamia zestyk świetlny, który zamyka obwód zaświecenia latarni na drągach półrogatki. Sprzęgło cierne *10* osadzone na osi silnika jest uruchamiane hamulcem elektromagnetycznym *9*, który przerywa ruch napędzający silnika natychmiast po przerwaniu dopływu prądu

do silnika. Z chwilą rozpoczęcia pracy przez silnik działanie hamulca jest samoczynnie zwalniane.

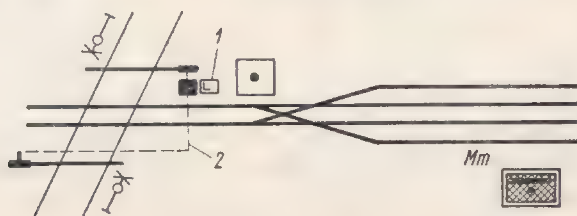
Krążki załomowe powinny się lekko obracać, a ich oś powinna być przystosowana do smarowania smarem stałym pod ciśnieniem, przy czym umieszczona smarownica ciśnieniowa powinna być łatwo dostępna. Zespół krążków powinien być chroniony przed zanieczyszczeniem i uszkodzeniem.



Rys. VIII-4. Elektryczny napęd rogatkowy z otwartą pokrywą
a — połączony z krótkim drągiem rogatkowym, *b* — widok otwartego napędu rogatkowego

Rysunek VIII-5 przedstawia włączenie elektrycznego napędu rogatki do pędni, za pomocą której równocześnie obsługuje się dwa drągi zaporowe. Działanie rogatki powinno być tak wyregulowane, aby drągi swobodnie i równomiernie opadały i podnosiły się do pionowego położenia. Regulację należy przeprowadzić po nastawieniu rogatki za pomocą korby ręcznej.

Na PKP silnik elektryczny w napędzie rogatkowym może być silnikiem prądu stałego 24, 110, 130 albo 220 V lub silnikiem jednofazowym prądu zmiennego na napięcie 220 V jak również silnikiem trójfazowym na napięcie 3 ×220



Rys. VIII-5. Usytuowanie napędu przy przejeździe
1 — nastawnik lokalny, *2* — pędnia

Charakterystyczne dane elektryczne napędu rogatkowego — Tablica VIII-1

Oznaczenie napędu rogatkowego z		Silnik				Ciężar [kG]
pojedynczym	podwójnym	napięcie prądu stałego [V]	napięcie prądu zmiennego [V]	fazy [liczba]	częstotliwość [Hz]	
kołem linkowym						
JEG 1001	JEG 1002	110				ok. 330
JEG 1003	JEG 1004	130				
JEG 1005	JEG 1006	220				
JEG 1007	JEG 1008		220	1	50	
JEG 1009	JEG 1010		190	3	50	
JEG 1011	JEG 1012		220	3	50	
JEG 1013	JEG 1014		380	3	50	

lub 380 V. Silnik elektryczny prądu stałego o mocy 100 W jest zasilany napięciem 24 V. Zmiana kierunku obrotów silnika jest osiągana przez zmianę dwóch faz samoczynnie przez zestyki napędu przy końcu jego obrotów. Trzecia faza jest przyłączona na stałe do silnika. W tablicy VIII-1 podano dane techniczne poszczególnych typów silników JEG 1001 do 1013.

Silnik napędu rogatkowego jest uruchamiany za pomocą przycisków umieszczonych na pulpicie nastawczym lub też za pomocą nastawnika lokalnego po przekazaniu obsługi rogatki na lokalne nastawianie.

f. Drągi rogatkowe (półrogatki)

Rogatka wyposażona w napęd elektryczny może być przystosowana zarówno do sterowania z miejsca, jak i z odległości, a także — do samoczynnego nastawiania drągów rogatkowych przez pociąg. Rogatka może mieć kontrolę położenia drągów oraz może być uzależniona od urządzeń stacyjnych zabezpieczenia ruchu kolejowego.

W rurach drąga znajdują się przewody, którymi jest doprowadzony prąd do zasilania latarń na drągach oraz przewody kontrolne. W razie złamania drąga przez pojazd drogowy następuje rozłączenie przewodu kontrolnego, wskutek czego do najbliższego posterunku ruchu może być przesłany sygnał o uszkodzeniu drąga rogatki.

W zależności od szerokości drogi drągi rogatkowe są wykonywane w różnych długościach, a mianowicie: 3250, 3500, 3750 i 4000 mm. Drągi powinny być zakładane na wysokości 1 metra od powierzchni jezdni.

Na drogach o mniejszej szerokości, tzn. do 5 m, wystarcza samoczynna sygnalizacja (rys. VIII-6). Jeżeli natomiast droga kołowa jest szersza, tak że jezdnia wynosi co najmniej 5 m, często stosuje się sygnalizację samoczynną z rogatkami o krótkich drągach. W czasie zbliżania się pociągu świecą się równocześnie z migającym światłem czerwonym na słupie także światła czerwone na obu krótkich drągach. W położeniu zasadniczym drągi uniesione są do góry i światła na nich nie świecą. Zbliżający się pociąg uruchamia najpierw światło czerwone na słupie, a następnie zaczynają opadać drągi do położenia poziomego i po wychyleniu się drąga o 10° z pionu zaświecają się na nim światła czerwone.



Rys. VIII-6. Samoczynna sygnalizacja optyczna na przejeździe w nocy



Rys. VIII-7. Przejazd wyposażony w urządzenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej i w krótkie drągi rogatkowe

Samoczynna sygnalizacja przejazdowa w innym wykonaniu ma jedno światło czerwone, które w położeniu zasadniczym, kiedy do przejazdu nie zbliża się pociąg, nie świeci się, a jeśli przejazd zaopatrzony jest w krótkie drągi, znajdują się one w położeniu pionowym. Rysunek VIII-7 przedstawia rogatkę z opadniętymi drągami.

g. Nastawnik lokalny

Nastawnik lokalny jest to żeliwna skrzynka hermetycznie zamykana, odpowiedniego kształtu, która wraz z mufą kablową stanowi jedną całość, przystosowaną do umocowania na podstawie stalowej. Wewnątrz skrzynki znajduje się zespół zestyków (walec ruchomy z płytkami do zwierania zestyków) oraz oprawka na żarówkę kontrolną z bezbarwną soczewką osadzoną na zewnątrz obudowy nastawnika. Walec jest obracany specjalną rączką nasadzoną z zewnątrz na czworokątny występ osi walca.

Nastawnik lokalny (rys. VIII-8) powinien być ustawiony w takim miejscu, z którego jest zapewniona widoczność całego przejazdu, ale równocześnie powinien znajdować się w możliwie bliskiej odległości od elektrycznego napędu rogatki.



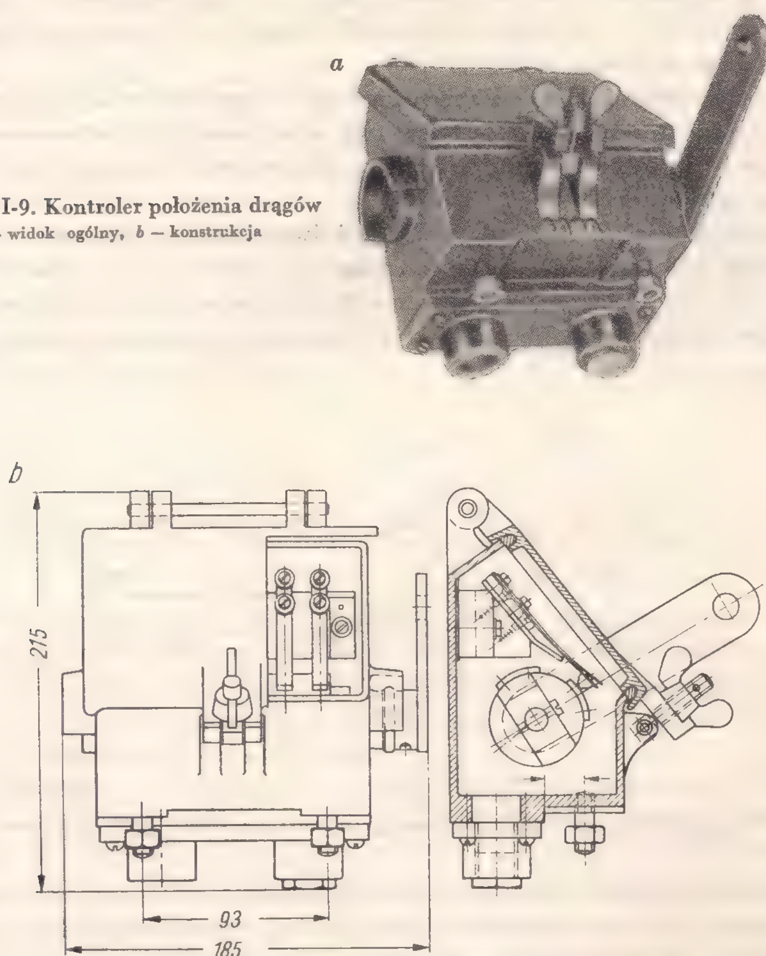
Rys. VIII-8
Nastawnik lokalny

Całkowita wysokość podstawy nastawnika ponad poziom ziemi powinna wynosić około 1000 mm, a to dla zapewnienia wygodnej obsługi nastawnika przez dróżnika.

h. Kontroler położenia drągów

Do kontrolowania położeń drągów rogatki służy kontroler położenia drągów (rys. VIII-9). Jest to skrzynka żeliwna hermetycznie zamknięta, w którą jest wmontowany cały układ zestyków i walec ruchomy z osadzonymi płytkami

do zwierania odpowiedniej grupy zestyków. Walec ten obraca się w łożyskach umieszczonych w bocznych ścianach skrzynki i jest połączony z ramieniem znajdującym się na zewnątrz skrzynki. Ramię to jest zwykle umieszczone po prawej stronie skrzynki. Kontroler położenia drągów ma dwa kołnierze z otworami o średnicy 22,5 mm dla rury stalowo-pancernej, chroniącej kabel (wprowadzony do skrzynki) znajdujący się nad powierzchnią ziemi.



Rys. VIII-9. Kontroler położenia drągów
a — widok ogólny, *b* — konstrukcja

Elektryczna kontrola położenia drągów polega na tym, że styki sprężyn wewnątrz kontrolera są połączone szeregowo ze stykami kontrolnymi elektrycznego napędu i włączone w obwód przekaźników kontroli położenia drągów. W razie zerwania się linki pędniowej nie zadziała kontrola, gdyż drągi nie zmienią swego krańcowego położenia, to nie spowoduje przełączenia styków w skrzynce kontrolnej i uniemożliwi zadziałanie odpowiedniego przekaźnika kontroli położenia półrogatki. Jedynie w razie złamania się drąga odpowiednia kontrola wykaże tę usterkę w wyznaczonym do tego celu miejscu.

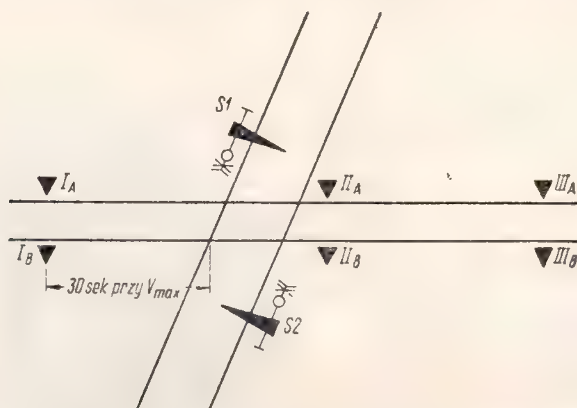
3. Samoczynna sygnalizacja typu SP-COB-63 na przejazdach kolejowych

Typowym rozwiązaniem urządzeń sygnalizacji przejazdowej jest stosowany powszechnie system SP-COB-63.

Urządzenia te zostały przystosowane do potrzeb linii jednotorowej i dwutorowej z założeniem dwukierunkowej jazdy po każdym torze. W tej sygnalizacji elementem sterującym jest czujnik magnetyczny, lecz mogą być również zastosowane przyciski szynowe.

Dla uproszczenia i przyspieszenia montażu urządzeń zostały tu zastosowane typowe szafy torowe, które są fabrycznie okablowane i przystosowane do zainstalowania w nich aparatury sterująco-kontrolnej, wykonanej w postaci zestawów wtykowych.

Sygnalizatory na przejazdach dla linii dwutorowej są włączane w momencie wjechania pierwszej osi pociągu na urządzenie sterujące. Dla linii dwutorowej (rys. VIII-10) sygnały na sygnalizatorach przejazdowych są włączane za pośrednictwem urządzeń sterujących *I* i *III*, natomiast wyłączane przez urządzenia sterujące *II*.



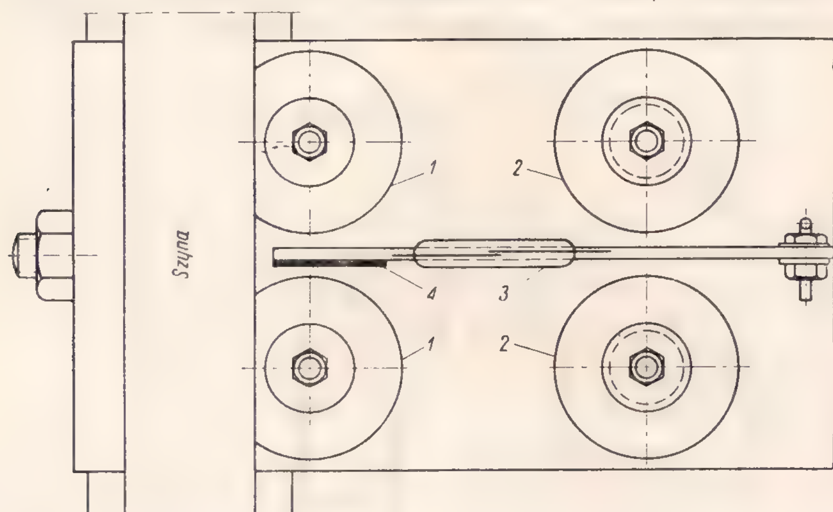
Rys. VIII-10. Rozmieszczenie urządzeń sterujących dla linii jednotorowej

Zasilanie urządzeń odbywa się z baterii akumulatorów zasadowych o napięciu nominalnym 24 V i pojemności 24 lub 100 Ah. Bateria zasilająca znajduje się w osobnej szafie zasilającej, umieszczonej zazwyczaj w sąsiedztwie szafy aparatowej.

W urządzeniach sygnalizacji przejazdowej typu COB-63 przyjęty jest punktowy system oddziaływania.

Rozpoznawanie szybkości i kierunku jazdy każdego koła dokonuje się przez magnetyczne czujniki szynowe i przekaźniki typu rurkowego. Jak wiadomo, czujnik może mieć stałe zestyki rozwarte i zamykać je w czasie przejścia obrzeża koła lub odwrotnie. Magnesy oraz zestyk w czujniku ustawia się we właściwe położenie w zakładzie produkcyjnym. Podczas montażu wystarcza regulacja czułości czujnika szynowego za pomocą klocka stalowego, zwanego także su-

waczkiem regulacyjnym (rys. VIII-11). Suwaczek ten jest wprowadzony między magnesy umocowane bliżej szyny i powoduje przesunięcie linii sił pola magnetycznego. Większe zmiany w układzie pola magnetycznego uzyskać można przez przesuwanie i podnoszenie lub opuszczanie magnesów umocowanych w czujniku dalej od szyny torowej.



Rys. VIII-11. Czujnik magnetyczny z czterema zespołami magnesów stałych
1 — magnesy przednie, 2 — magnesy tylne, 3 — zestyk magnetyczny, 4 — klocek stalowy

Do rozpoznawania kierunku i szybkości jazdy zastosowano podwójne czujniki magnetyczne. Podwójny czujnik jest wyposażony w dwa zestyki magnetyczne oddalone od siebie o około 100 mm. Przejeżdżające nad takim czujnikiem koło wagonu powoduje zawsze kolejne zwieranie zestyków zgodnie z kierunkiem najeżdżania koła na czujnik.

Średnia długość drogi, na której koło oddziałuje na zestyk, wynosi 300 mm. Drugi w kierunku ruchu zestyk zadziała po przejechaniu przez koło 100 mm po zadziałaniu zestyku pierwszego. W czasie przejścia przez koło dalszych 200 mm działają oba zestyki. Po zaprzestaniu działania na zestyk pierwszy, drugi zestyk jest jeszcze zwarty, aż koło przejdzie następne 100 mm.

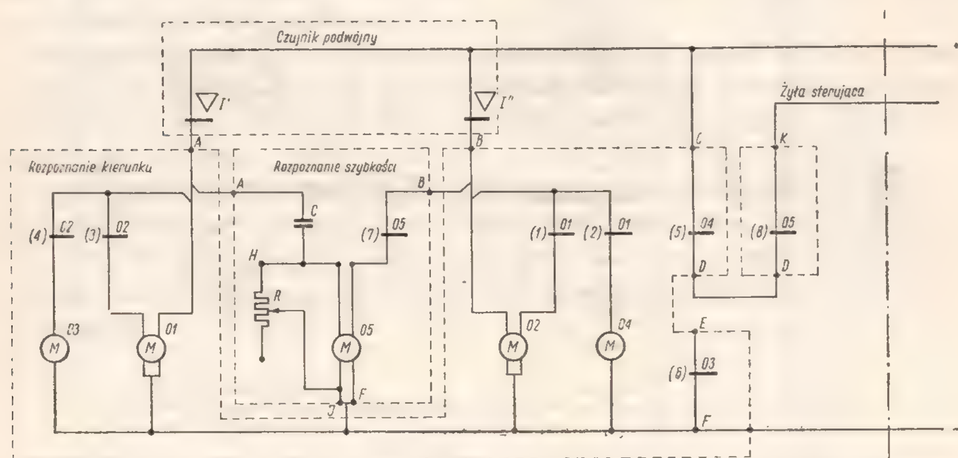
Przekaźniki rozpoznania szybkości i kierunku jazdy pracują w tym czasie, gdy oba zestyki są zwarte. Przy szybkości 120 km/h koło przebywa drogę 300 mm w ciągu 9 ms, a zatem czas równoczesnego zamknięcia obu zestyków wynosi 6 sekund. Przekaźniki rurkowe współpracujące z czujnikami magnetycznymi mają czasy zadziałania poniżej 2 ms. A zatem przy tej szybkości istnieje zapas czasu na pracę zespołu przekaźników rozpoznania kierunku jazdy. Przy szybkościach mniejszych zapas czasu jest większy, a przy szybkościach większych odpowiednio się skróci. Graniczna dobroć działania zespołów istnieje przy szybkościach wynoszących około 200 km/h.

Na rysunku VIII-12 jest pokazany schemat połączeń punktu oddziaływania

z rozpoznaniem kierunku i szybkości jazdy, który to zespół nosi fabryczne oznaczenie ELB.

Zespół rozpoznania kierunku i szybkości ELB obejmuje pięć przekaźników rurkowych; kondensator i opornik.

W rozpoznawaniu kierunku jazdy biorą udział przekaźniki rurkowe oznaczone *MO1*, *MO2*, *MO3* i *MO4*, natomiast do rozpoznawania szybkości są wykorzystywane: przekaźnik rurkowy *MO5*, kondensator *C* i opornik *R*.



Rys. VIII-12. Schemat połączeń punktu oddziaływania z rozpoznaniem kierunku i szybkości jazdy większej niż ustalona dla danego punktu

Schemat podany na rysunku VIII-12 dotyczy przypadku, gdy pociąg zbliża się do przejazdu z szybkością większą od ustalonej dla danego punktu. Gdy zachodzi potrzeba wysłania sygnału o pociągu zbliżającym się do przejazdu z szybkością mniejszą od ustalonej dla danego punktu, wówczas dobudowany jest dodatkowo jeszcze jeden przekaźnik *05*, który wzbudza się wtedy, kiedy pierwszy przekaźnik *05* zwolni swoje zestyki i pociąg najedzie na zestyk *I''*. Schemat tego urządzenia pokazany jest na rysunku VIII-13 i nadaje się on dla każdego punktu oddziaływania.

Zakłady wytwórcze dostarczają zespoły przekaźników, wbudowane w jedną szafkę, a mianowicie:

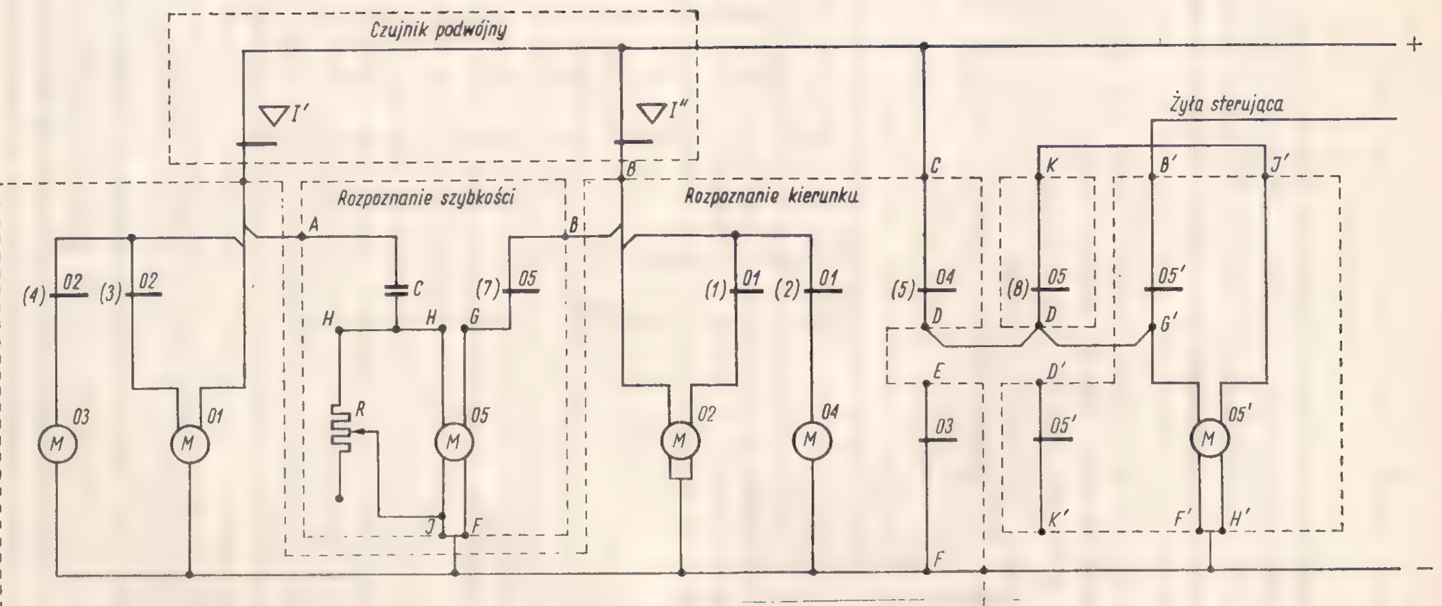
RLB 2101 — cztery zespoły przekaźników rozpoznania kierunku jazdy,

RLB 2103 — jak RLB 2101 plus dwa zespoły przekaźników rozpoznania szybkości jazdy powyżej ustalonej,

RLB 2102 — jak RLB 2103 z tym, że jest on używany do rozpoznawania szybkości jazdy poniżej ustalonej.

Zespoły RLB 2102 i 2103 rozpoznają szybkość jazdy w granicach od 10 do 80 km/h.

Aparatura sterująca jest umieszczona zwykle w szafie i złożona z zestawów wtykowych. Jedna szafa może pomieścić 6 zestawów wtykowych, bezpieczniki i osprzęt kablowy.



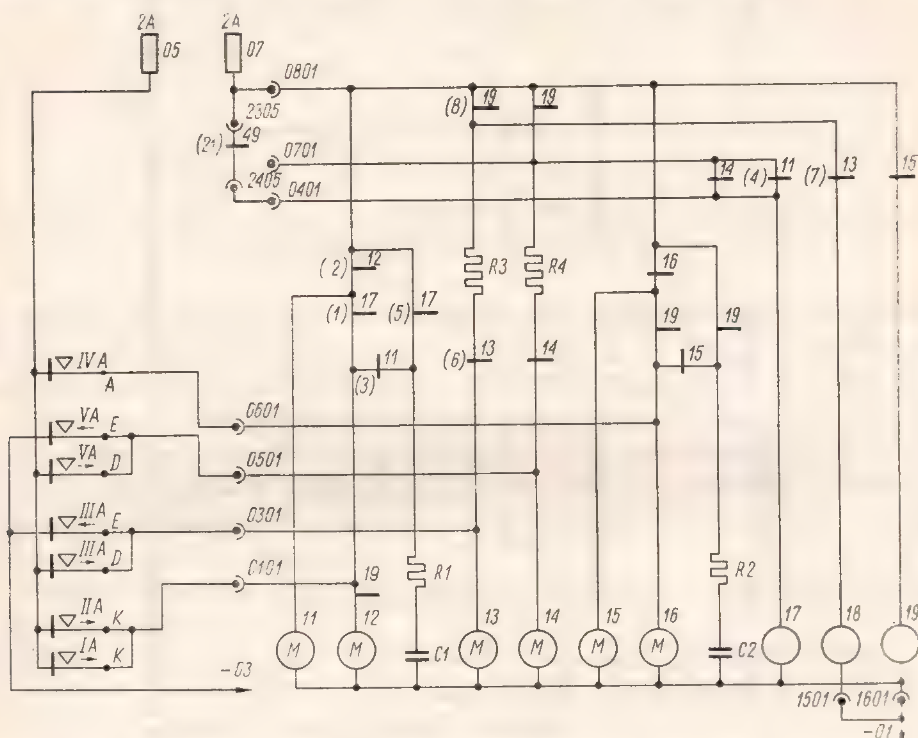
Rys. VIII-13. Schemat połączeń punktu oddziaływania z rozpoznaniem kierunku i szybkości jazdy mniejszej niż ustalona dla danego punktu

Zestawy wtykowe są następujące:

— sterujący,
— kontrolny,
— rogatkowy.

Zestawy sterujące tak samo jak i urządzenia oddziaływania są podwójne. Zatem na linii jednotorowej mamy zwykle dwa zestawy wtykowe sterujące i jeden kontrolny. Zestaw kontrolny jest ten sam dla różnych lokalizacji przejazdów. Na przejazdach zaopatrzonych w rogatki dochodzi ponadto zestaw wtykowy rogatkowy.

Zestaw wtykowy sterujący ERL 4001 jest pokazany schematycznie na rysunku VIII-14. Zaciski wtykowe oznaczone zostały liczbami czterocyfrowymi, z których dwie pierwsze oznaczają kolejny zacisk wtykowy, a ostatnie dwie cyfry oznaczają, do jakiego zestawu wtykowego ten zacisk należy, przy czym *..01* oznacza zestaw wtykowy sterujący, *..05* — zestaw



Rys. VIII-14. Zestaw wtykowy sterujący ERL 4001

wtykowy kontrolny, *..06* — zestaw wtykowy rogatkowy. Cyfry *..02*, *..03* i *..04* oznaczają zaciski wtykowe w szafie torowej, przeznaczone dla drugiego, trzeciego i czwartego zestawu wtykowego sterującego. Zaciski *..01* oznaczają zaciski wtykowe zestawu sterującego, jak również i zaciski wtykowe w szafie; w tym przypadku dla pierwszego zestawu.

Każdy zestaw wtykowy sterujący ERL pracuje z punktami oddziaływania i zestawem kontrolnym. Na rysunku VIII-13 przedstawione zostały tylko symbole tych schematów z podaniem nazwy (litery) zacisku wyjściowego z urządzenia punktowego oddziaływania.

Do współpracy z punktami oddziaływania zestaw ERL ma cztery zaciski wejściowe *0101*, *0301*, *0501* i *0601*, a wewnątrz 6 przekaźników rurkowych, 3 przekaźniki typu RL, dwa kondensatory i cztery oporniki.

Zestaw wtykowy ERL 4001 umożliwia współpracę z personelem obsługi, która polega na tym, że obsługujący urządzenia nastawcze może nie dopuścić do zaświecenia się świateł ostrzegawczych na przejeździe lub wygasić je w razie istnienia możliwości automatycznego stwierdzenia zatrzymania się pociągu przed przejazdem. Jeżeli przejazd jest zlokalizowany bezpośrednio za semaforem obsługiwanym przez personel i semafor nie może być przez ten personel ustawiony na sygnał zezwalający, to wówczas przewód biegnący między zaciskami *1501* i *1601* przechodzi przez nastawnię. W przewód ten jest włączone w nastawni urządzenie kontrolujące przygotowanie drogi przebiegu (zestyk przekaźnika utwierdzenia lub przekaźnika sygnałowego, albo przekaźnika kontroli świateł zielonego lub pomarańczowego). Gdy droga przebiegu nie jest przygotowana, między zaciskami *1501* i *1601* nie ma połączenia i wówczas mimo zadziałania przekaźnika *13* nie nastąpi wzbudzenie przekaźnika *18*, a więc nie nastąpi zamknięcie ruchu drogowego. Podczas nastawiania drogi przebiegu (sygnału zezwalającego na semaforze) nastąpi połączenie zacisków *1501* i *1601* i natychmiast zaświecą się światła migające na sygnalizatorach przejazdowych.

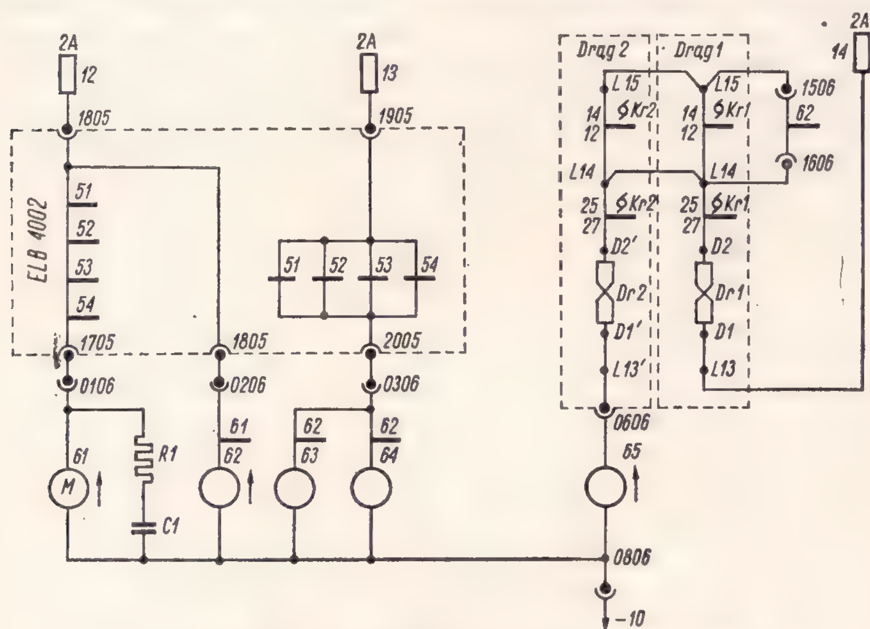
Schemat zestawu wtykowego kontrolnego ERL 4002 jest pokazany na rysunku VIII-15. W zestawie tym znajdują się cztery przekaźniki kontroli świateł, mające po dwa uzwojenia i oznaczone numerami *51*, *52*, *53* i *54*. Przekaźniki pracują w połączeniu szeregowym z żarówkami sygnalizatorów przejazdowych. Jeden przekaźnik kontroluje dwie żarówki. Dołączenie drugiej pary żarówek oznaczono na rysunku linią przerywaną.

Obwody przekaźników kontroli świateł są zamknięte zestykami przekaźników *17*, *18* i *19* odpowiednich zestawów ERL 4001. Ponieważ pokazany na rysunku VIII-15 schemat dotyczy sygnalizacji linii dwutorowej, zestyki przekaźników *17*, *18* i *19* powtarzają się czterokrotnie, gdyż każdy tor ma niezależnie pracujące dwa urządzenia oddziaływania i dwa zestawy sterujące ERL 4001. Zestaw *1* przekaźnika *17* należy do zestawu ERL zawieszonego w szafie torowej na miejscu pierwszym. Wskazują na to również numery zacisków *1401* i *1601*. Tak samo zestyk *2* należy do ERL zawieszonego na miejscu drugim, zaciski wtykowe oznaczone są *1402* i *1602*.

Przekaźnik *51* ma tylko jedno odprowadzenie *0205*, natomiast przekaźnik *53* ma dwa odprowadzenia; jedno do wtyku *0405*, a drugie do wtyku *0505*, które będzie wykorzystane dopiero wówczas, gdy zajdzie potrzeba sterowania dwoma światłami czerwonymi i pomarańczowymi.

Rys. VIII-15. Zestaw wtykowy kontrolny ERL 4002

W t y k o w y z e s t a w r o g a t k o w y jest pokazany schematycznie na rysunku VIII-16. W skład tego zestawu wchodzi pięć przekaźników typu RL (61÷65), z których przekaźnik *61* ma opóźnione zwalnianie o 10 sekund. Zaświecenie się jednego ze świateł (wzbudzenie przekaźnika *51*, *52*, *53* lub *54*) przerywa zasilanie przekaźnika *61* i po 10 sekundach przechodzi on w stan bierny przerywając obwód przekaźnika *62* typu RL. Przekaźnik *62* steruje przekaźnikami *63* i *64* typu RL, których celem jest włączanie i wyłączanie prądu nastawczego.



Rys. VIII-16. Zestaw wtykowy rogatkowy ERL 4003

Gdy jeden z przekaźników kontroli świateł zamknie obwód przekaźnika *63*, a przekaźnik *62* jeszcze jest wzbudzony, wtedy zestyk przekaźnika *63* przerywa dopływ prądu do silnika napędu rogatki.

Gdy przekaźnik *62* przejdzie do stanu biernego, spowoduje przerwanie zasilania przekaźnika *63*, połączenie zasilania przekaźnika *64*. Obwód napędu rogatkowego (rys. VIII-17) zostanie zamknięty przez zestyk łączący przekaźnika *63* i czynny zestyk przekaźnika *64*. Obwód napędu będzie połączony przez zacisk *LO7*, przekaźnik nastawczy *N1*, zacisk *L12* do minusa baterii. Przekaźnik *N1* przełączy swoje zestyki i w uzwojeniu stojana popłynie prąd od *C* do *D*. Przez uzwojenie wirnika płynie teraz prąd od *A* do *B*. Przy przepływie prądu przez uzwojenie stojana od *C* do *D* silnik zostaje uruchomiony i opuszcza półrogatkę.

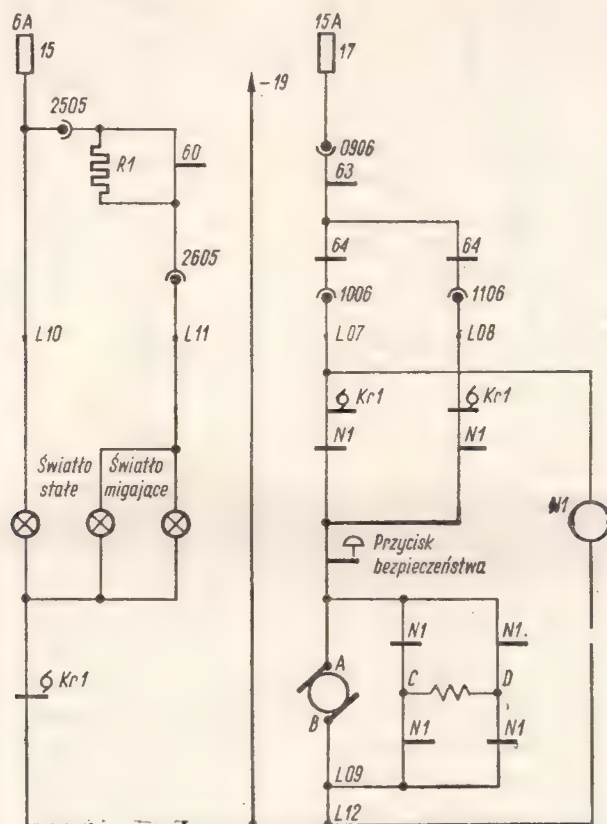
Rogatka zostaje zamknięta tak długo, jak długo świeci się choć jedno światło. Po wygaszeniu świateł przekaźniki *64* i *N1* przechodzą w stan bierny, co powoduje przepływ prądu w stojanie od *D* do *C*. Silnik obraca się w przeciwną stronę i drągi unoszą się w górę do położenia pionowego. W końcowej fazie

obrotów silnika następuje przerwanie obwodu przełączonym zestykiem *Kr1* i silnik się zatrzymuje.

W obwodzie napędu znajduje się przycisk bezpieczeństwa zamknięty na klucz. W razie potrzeby można po otwarciu zamkniętego przycisku przerwać obwód nastawczy silnika i ręcznie zmieniać położenie drąga.

Na każdym drągu znajdują się trzy światła, z których dwa migają, a trzecie na końcu drąga świeci się światłem ciągłym. Gdy nie świecą się światła na sygnalizatorach przejazdowych, wówczas wszystkie trzy światła na drągach świecą się światłem ciągłym.

Obwód przekaźnika *65* (rys. VIII-16) kontroli świateł rogatkowych zamyka się przez mechaniczne bezpieczniki *Dr1* i *Dr2*. Bezpieczniki te mają za zadanie odłączyć drąg od napędu w przypadku zawadzenia o drąg pojazdu drogowego. Styki *Kr* kontrolują położenie osi drągów uniesionych i opuszczonych, przy czym



Rys. VIII-17. Schemat połączeń napędu rogatkowego

zestyki *25* i *27* kontrolują dolne położenie drągów i są połączone szeregowo, a zestyki *12* i *14* kontrolują górne położenie drągów i są połączone równolegle. Przekaźnik kontroli świateł rogatkowych przechodzi w stan bierny, gdy oba drągi rozpoczną opadanie. W celu skontrolowania rozpoczęcia unoszenia się

do góry obu drągów, mimo rozwartych styków *12* i *14*, są one zwierane stykiem wzbudzonego przekaźnika *62*.

W razie opadania tylko jednego drąga i pozostania drugiego w położeniu górnym, przekaźnik kontroli *65* przejdzie do stanu biernego z takim opóźnieniem, że urządzenie zdalnej kontroli zarejestruje zaistnienie usterki.

Gdyby jeden z drągów pozostał w dolnym położeniu, przekaźnik *65* będzie miał przerwany obwód. Niezgodny stan przekaźnika *65* ze stanem przekaźników kontroli świateł *51*, *52*, *53* lub *54* spowoduje przerwanie obwodu zdalnej kontroli, co zostanie zarejestrowane jako usterka.

IX. SIECI KABLOWE I ARMATURA KABLOWA

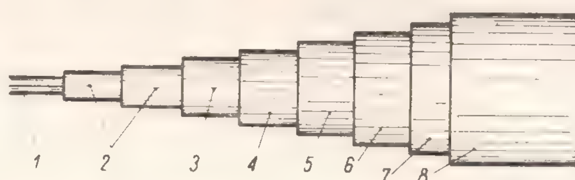
1. Kable i kanały kablowe

Do przesyłania prądu elektrycznego w urządzeniach zrk są stosowane różnego rodzaju połączenia.

Linie napowietrzne spotyka się tu bardzo rzadko, natomiast z reguły są stosowane linie kablowe.

Kable zabezpieczeniowe, zazwyczaj wielożyłowe, są przystosowane do bezpośredniego układania ich w ziemi lub w kanalizacji kablowej. Zasadniczą częścią składową kabla są żyły wykonane z miękkiej miedzi, rzadziej z aluminium. Żyły przewodzące prąd elektryczny są między sobą oddzielone izolacją wykonaną z papieru, gumy, igelitu lub innego materiału izolacyjnego. Płaszcze ochronne chronią izolację przed wpływami atmosferycznymi i chemicznymi, a sam kabel przed uszkodzeniami mechanicznymi. Płaszcze ochronne wykonuje się z ołowiu, igelitu, papieru, materiału włóknistego oraz taśm lub drutów stalowych.

Kabel zabezpieczeniowy (rys. IX-1) składa się z dwóch lub więcej (aż do 108) żył miedzianych *1*, izolowanych podwójną warstwą papieru *2* nasyconego olejem izolacyjnym i stanowiących rdzeń kabla. Z kolei rdzeń jest izolowany



Rys. IX-1. Kabel sygnalizacyjny KSFpA lub KSFoA stosowany do kolejowych urządzeń zrk
1 — żyły miedziane, *2* — izolacja papierowa żył, *3* — izolacja papierowa rdzenia, *4* — powłoka ołowiana, *5* — warstwa papieru asfaltowanego, *6* — warstwa juty, *7* — pancerz stalowy, *8* — materiał włóknisty asfaltowany

papierem *3* nasyconym olejem izolacyjnym i pokryty szczelną powłoką ołowianą *4*, która jest otoczona warstwami *5* papieru asfaltowanego i powleczonego masą asfaltową. Na te warstwy papieru asfaltowanego jest nałożona warstwa juty *6* i opancerzenie *7* wykonane z dwóch taśm lub drutów stalowych, powleczonych asfaltem i pokrytych asfaltowanym materiałem włóknistym *8*.

Jeśli stosowane są żyły w izolacji gumowej, to powinny być one ocynowane, ponieważ zawarta w gumie siarka nadżera miedź.

Kabel zabezpieczeniowy jest skręcony z pojedynczych żył i kolor ich izolacji jest naturalny (biały lub zbliżony do białego), niezależnie od rodzaju izolacji. Tylko żyła licznikowa każdej z warstw jest zazwyczaj koloru czerwonego, a żyła kierunkowa — mająca na celu wskazanie kierunku liczenia żył — jest najczęściej koloru niebieskiego.

Liczby żył i ich przekroje w kablach do urządzeń zrk podaje tablica IX-1.

Tablica IX-1

Kable do urządzeń zabezpieczenia ruchu kolejowego

Przeznaczenie kabla	Przekroje żył	Liczby żył
Kabel zabezpieczeniowy	1—1,5—2,5—4—6—10—	2—3—4—5—7—10—12—14—16—19—24—27—30—37—45—48—61—75—91—108—
AKFt kabel energetyczny (Al)	10—16—25—35—50—70—95—120—	3—4

Kabel sygnalizacyjny jest oznaczony w katalogach skrótami: KSFtA, KSFpA lub KSFoA, w których poszczególne symbole oznaczają: kabel (K) sygnalizacyjny (S) w izolacji papierowej i powłoce ołowianej, opancerzonej taśmami stalowymi (Ft) lub drutami stalowymi płaskimi (Fp), lub drutami stalowymi okrągłymi (Fo) z osłoną włóknistą asfaltowaną (A).

W obwodach szyn izolowanych, a więc od puszki kablowej do przycisku szynowego lub czujnika magnetycznego albo od garnka rozdzielczego do przycisku szynowego lub czujnika magnetycznego przy małych odległościach — są stosowane również kable sygnalizacyjne z żyłami miedzianymi w izolacji gumowej i w powłoce ołowianej AKSGFt lub AKSGFp na napięcie znamionowe 0,5 kV. Kable te są oznaczane w planach kablowych skrótem SG 0,5.

Dla zachowania warunków bezpieczeństwa pracy oraz dla ochrony przed niszczącym działaniem prądów błądzących nie wprowadza się bezpośrednio do sygnalizatorów kabli opancerzonych i w powłoce ołowianej, lecz doprowadza się je tylko do puszki kablowej. Natomiast od puszki kablowej przy sygnalizatorze wyprowadza się kabel oponowy zewnętrzny ODA z żyłami miedzianymi o przekroju 1,5 mm^2 w izolacji gumowej na napięcie znamionowe do 1 kV.

Kable energetyczne, zwykle czterożyłowe, są używane w urządzeniach zrk tylko w liniach zasilających między nastawnią, do której doprowadzone jest przyłącze energetyczne (zwykle do nastawni dysponującej), a pozostałymi nastawniami (zwykle wykonawczymi).

Ostatnio coraz szersze zastosowanie znajdują kable typu YKSY. Kable te mają druty miedziane w izolacji igelitowej oraz powłokę również wykonaną z igelitu. Natomiast kable oznaczone skrótem YKSYFtY stanowią kable sygna-

lizacyjne w powłoce ochronnej igelitowej, w opancerzeniu taśmami stalowymi, w osłonie igelitowej, przy czym poszczególne żyły również są w izolacji igelitowej.

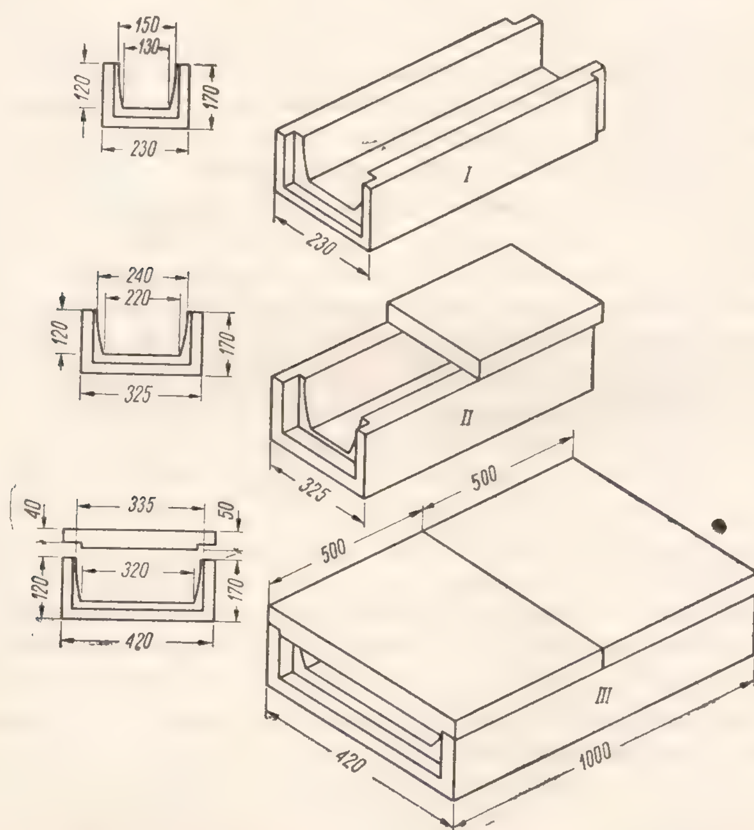
Kable te są szczególnie używane wewnątrz budynków, a ułożone w kanałach nie są narażone na działanie korozji elektrolitycznej ani na działanie prądów błądzących.

Powłoka ołowiana kabli zabezpieczeniowych narażonych na ciągłe wstrząsy i zniszczenia wskutek korozji międzykrystalicznej powinna zawierać domieszki drobnych ilości teluru lub antymonu.

Kable prowadzone w budynkach nie wymagają opancerzenia i wystarcza do tego celu powłoka z ołowiu, gdyż nie są tu narażone na uszkodzenia mechaniczne. Natomiast kable ziemne oprócz powłoki ołowianej otrzymują jeszcze dodatkowo opancerzenie.

Doświadczenia wykazują, że dodatek miedzi do powłoki ołowianej powoduje utworzenie struktury drobnoziarnistej ołowiu, zabezpieczającej powłokę przed skutkami wstrząsów i wpływającej jednocześnie bardzo korzystnie na zmniejszenie korozji.

Kabel zabezpieczeniowy stosowany szczególnie na liniach zelektryfiko-



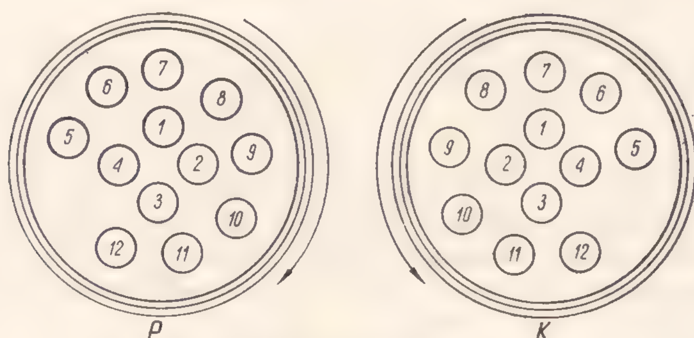
Rys. IX-2. Różne typy kanałów betonowych do układania kabli

wanych ze względu na ochronę przed korozją elektrolityczną jest układany w kablowych kanałach betonowych. Stosowane trzy typy kanałów kablowych *I*, *II* i *III* są pokazane na rysunku IX-2.

Kabel układany bezpośrednio w ziemi wymaga należytego przykrycia. Z zasady są stosowane tak zwane gąsiory, wykonane z dobrze wypalonej gliny o odpowiednich wymiarach. Na metr kabla wypada po 3 pokrywy.

Przy łączeniu żył kabli zabezpieczeniowych mamy zwykle przed sobą jedną końcówkę *P* kabla stanowiącego jego początek i drugą końcówkę *K* kabla stanowiącego jego koniec. Przy końcówce *P* liczymy żyły kablowe w kierunku ruchu wskazówek zegara, a przy końcówce *K* w stronę przeciwną (rys. IX-3).

Kabel wyprowadzony z nastawni jest bezpośrednio prowadzony do odbiornika, którym może być napęd zwrotnicowy, sygnalizator świetlny, odcinek izolowany itp. Może być również doprowadzony do punktu rozdzielczego, który stanowi szafa kablowa, garnek rozdzielczy lub tp. W pierwszym przypadku jest to kabel indywidualny, w drugim — kabel grupowy. W drugim przypadku od punktów rozdzielczych do poszczególnych odbiorników są prowadzone kable indywidualne. W budynkach nastawni i szafach kablowych kable są zakończone głowicami.



Rys. IX-3. Łączenie dwóch końców kabli

P — początek kabla jednego, *K* — koniec kabla drugiego (żyły liczyć zgodnie z kierunkami strzałek)

Plany kablowe należy sporządzać według ustalonych wzorów. Do oznaczenia liczby żył w kablu oraz ich przekrojów są używane umowne skróty, np. 30 $\times$1,5 oznacza kabel 30 - żyłowy, każda żyła o przekroju 1,5 mm^2.

Różne inne skróty stosowane w planach kablowych urządzeń zrk są pokazane na rysunku IX-4.

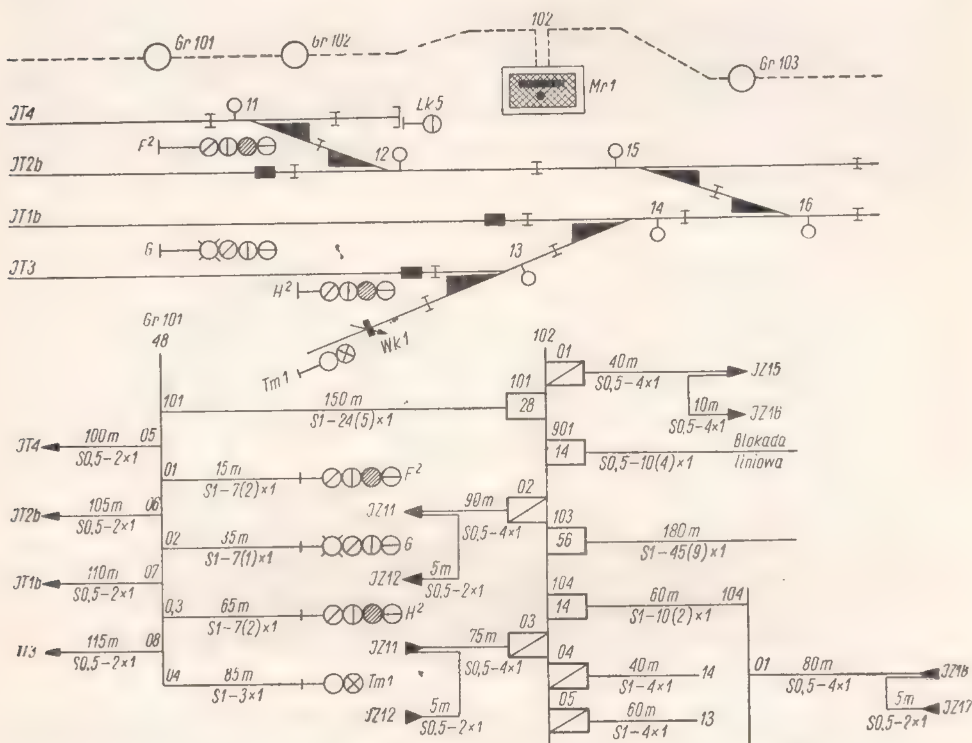
Na planie tym umieszczony skrót 30(6)$\times$1 oznacza kabel 30-żyłowy, każda o przekroju 1 mm^2, z czego 24 wykorzystano do połączeń, a 6 jest wolnych i stanowi rezerwę. Liczba umieszczona nad linią oznaczającą kabel podaje długość danego kabla w metrach.

Skróty umieszczane nad pionowymi liniami oznaczają odpowiednio: *Sk* — szafę kablową, *Nst* — nastawnię, *Gr* — garnek rozdzielczy. Liczby umieszczone

w małych prostokątach oznaczają liczbę zacisków w głowicach kablowych, a liczby podane nad tymi prostokątami — bieżącą numerację kabla na danej stacji.

Skrót *S1* lub *S0,5* oznacza kabel sygnalizacyjny z żyłami miedzianymi drutowymi w izolacji papierowej i powłoce ołowianej na napięcie znamionowe 1 kV i 0,5 kV. Obecnie kable *S1* są używane tylko do obwodów świateł sygnałowych i obwodów nastawczych zwrotnicowych, w obwodach pozostałych są stosowane kable sygnalizacyjne *S0,5*.

W kablach sygnalizacyjnych *S 0,5* i *SG 0,5* stosuje się żyły kablowe o przekroju 1 mm². W kablach sygnalizacyjnych *S1* stosuje się również żyły głównie o przekroju 1 mm², z tym że w miarę potrzeby wprowadza się zwielokrotnienie żył kablowych w odpowiednich obwodach. To dotyczy głównie obwodów na-



Rys. IX-4. Plan kablowy

stawczych zwrotnicowych. W uzasadnionych przypadkach mogą być zastosowane kable *S1* o przekoju żył 1,5; 4; 6 i 10 mm².

Numerację kabli należy przeprowadzać kolejno, rozpoczynając od strony szlaku z lewej strony stacji, a kończąc po prawej stronie szlaku.

Należy stosować osobno bieżącą numerację garnków kablowych i osobną dla szaf kablowych.

Linie głowic, szaf i garnków na planie powinny zasadniczo leżeć na osiach

odpowiadających im szaf i garnków. Elementy, do których prowadzą kable, powinny być usytuowane po tej samej stronie linii głowic, szaf lub garnków, po której znajdują się one względem głowic, szaf i garnków w terenie.

2. Szafy torowe

Sprzęt stosowany w urządzeniach nastawczych przekaźnikowych oraz samoczynnej blokady liniowej często umieszcza się w szafach torowych.

Szafy torowe są wykonywane z drewna z metalową osłoną, częściej — jako szafy blaszane (stalowe) ze ścianami wyłożonymi wewnątrz płytami izolacyjnymi lub sklejką. W górnej części szaf torowych znajdują się półki drewniane, na których umieszcza się aparaturę.

Na tylnej wewnętrznej ścianie szafy umieszcza się sprzęt, który może być do niej przyśrubowany; są to transformatory, oporniki, niektóre przekaźniki (np. typu JRG), głowice kablowe, bezpieczniki itp.

W przedniej ścianie szafy znajdują się drzwi dwuskrzydłowe z uszczelniającymi listwami metalowymi, z otworami wentylacyjnymi w górnej i dolnej części obu skrzydeł. Otwory te są przysłonięte blaszanymi daszkami chroniącymi wnętrze szafy przed zanieczyszczeniem kurzem i opadami atmosferycznymi.

Szafy torowe ustawia się zazwyczaj w pobliżu semaforów, tarcz ostrzegawczych lub innych zgrupowanych urządzeń zrk, odpowiednio do przeznaczenia sprzętu umieszczonego w szafie.

Szafy torowe ustawia się na fundamencie betonowym, do którego przytwierdza się je 4 śrubami fundamentowymi. Przed ustawieniem szafy na fundamencie należy zwrócić uwagę, czy ziemia jest należycie ubita, a po ustawieniu szafy — czy nie występują ślady obsuwania się ziemi spod fundamentu i pochylenie szafy. Kable do szafy wprowadza się od dołu i zakańcza głowicami kablowymi.

Drzwi szafy kablowej powinny znajdować się zasadniczo po stronie przeciwnej od toru. W razie umieszczenia szafy torowej na międzytorzu należy ją ustawić w taki sposób, aby drzwi jej otwierały się w stronę toru o mniejszym ruchu lub bardziej oddalonego. Jeżeli szafę ustawia się na nasypie, to wskazaną rzeczą jest wykonanie przed jej drzwiami pomostu ułatwiającego do niej dostęp.

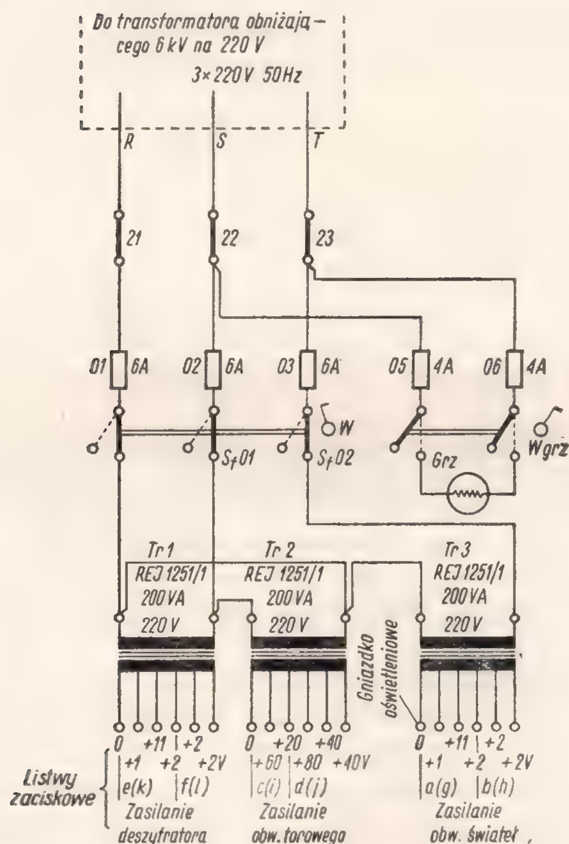
Szafy torowe maluje się w razie potrzeby z zewnątrz na kolor ochronny, zwykle szarą farbą olejną.

Szafy torowe przeznaczone dla urządzeń samoczynnej blokady kodowej są wyposażone i okablowane w ZWUS w różnych wykonaniach. Każdy z elementów znajdujących się w szafie jest umieszczony zawsze w ściśle określonym miejscu i otrzymuje odpowiednie oznaczenie oraz numerację.

Została przyjęta zasada, że elementy przeznaczone dla toru nieparzystego (*1*) są umieszczone bliżej lewej strony szafy, a wszelkie zaciski i bezpieczniki związane z tym torem otrzymują numerację kolejnymi numerami nieparzystymi.



Rys. IX-5. Szafy różnych wymiarów ustawione przy torze
Sz — szafa z urządzeniami zasilającymi, *SA* — szafa z aparaturą urządzeń zrk



Rys. IX-6. Umieszczenie transformatora dodatkowego Tr3 w trójfazowym układzie zasilania blokady liniowej

Dla toru parzystego elementy i zaciski znajdują się zawsze bliżej prawej strony szafy i oznaczone są numeracją parzystą.

Pod względem wielkości są produkowane szafy dwóch rodzajów: o wymiarach wewnętrznych 1640 ×915 ×340 mm oraz szafy większe przewidziane specjalnie dla blokady COB 58 o wymiarach 1940 ×915 ×340 mm (rys. IX-5).

Szafy mogą być zasilane z układu jednofazowego lub w szczególnych przypadkach — z układu trójfazowego. W tym ostatnim przypadku umieszcza się w szafie dodatkowy transformator, który wraz z pozostałymi transformatorami łączy się według ustalonego schematu pokazanego na rysunku IX-6.

Oznaczenia szaf torowych oraz ich zastosowanie są następujące:

RS 10 — do umieszczania aparatury zrk znajdującej się na stacji i na szlaku kolejowym (szafa pojedyncza)
ERS 1101 — dla odstępu normalnego kierunku parzystego
„ 1110 — „ „ „ „ nieparzystego
„ 1102 — „ „ przedstacyjnego kierunku parzystego
„ 1120 — dla odstępu przedstacyjnego kierunku nieparzystego (szafa podwójna)
„ 1111 — dla odstępu normalnego kierunku parzystego i nieparzystego
„ 1112 — dla odstępu normalnego kierunku nieparzystego oraz dla przedstacyjnego kierunku parzystego
„ 1121 — dla odstępu przedstacyjnego kierunku nieparzystego oraz dla odstępu normalnego kierunku parzystego
„ 1122 — dla odstępu przedstacyjnego kierunku nieparzystego i kierunku parzystego

Rozmieszczenie i oznaczenie typowych szaf torowych dla urządzeń blokady kodowej COB-58 są pokazane na rysunku IX-7.

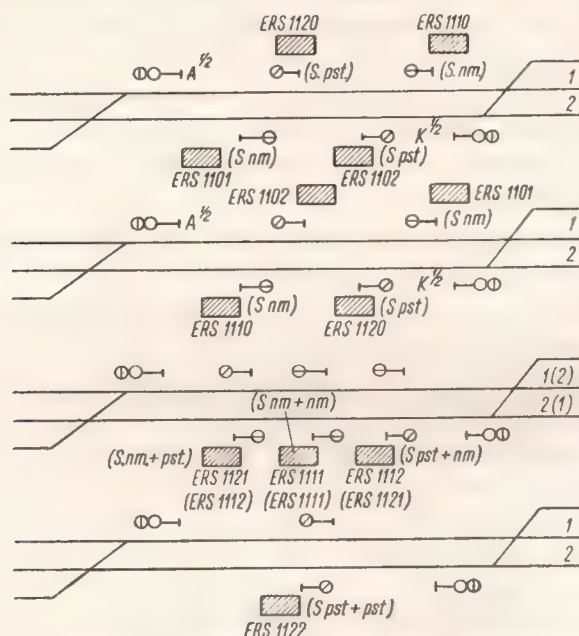
Elementy znajdujące się wewnątrz szafy otrzymują odpowiednie oznaczenia, zgodnie z opisami na schematach:

— wyłącznik: główny	W
grzejnika	WGrz
— zasilanie: obwodów sygnałowych semafora	a, b (g, h)
obwodu torowego	c, d (i, j)
obwodu deszyfratora	e, f (k, l)
— bezpieczniki: obwodu zasilania	01, 02, 03
grzejników	05, 06
obwodów sygnałowych na semaforach	11 (12)
obwodów deszyfratorów	13 (14)
obwodów odcinków zbliżania	15 (16)
obwodów lampek oświetleniowych (12 V)	20
— zaciski zasilania obwodów 220 V 50 Hz	21, 22, 23
— zaciski zasilania obwodu torowego	35—37 (36—38)

— zaciski zasilania obwodów odbioru sygnałów z toru	35—37 (36—38)
— zaciski obwodów świateł na semaforach	41, 43, 45, 47 (42, 44, 46, 48)
— zaciski sygnalizacji zbliżania dla odstępu przedstacyjnego	51, 53, 55, 57, 59, 61 (52, 54, 56, 58, 60, 62)
— zaciski sygnalizacji zbliżania dla odstępu normalnego	71, 73 (72, 74)
— zaciski pomiarowe: zacisk deszyfratora 01	81 (82)
zacisk deszyfratora 02	83 (84)
zacisk deszyfratora 10 (+)	85 (86)
zacisk deszyfratora 05 (—)	87 (88)
zestyk zwierny przekaźnika I	89, 91 (90, 92)

Uwaga. Oznaczenia nieparzyste odnoszą się do toru nieparzystego, a parzyste — do toru parzystego.

Szafy torowe przeznaczone dla urządzeń samoczynnej blokady kodowej COB 58 są przystosowane do instalowania w nich oprócz elementów wolno



Rys. IX-7. Przykłady rozmieszczenia i oznaczeń typowych szaf torowych dla urządzeń samoczynnej blokady kodowej typu COB-58
S.nm. — szafa normalna, *S.pst.* — szafa przedstacyjna

stojących również i elementów wtykowych jak: szyfratory, deszyfratory i przekaźniki impulsujące. Rama z przymocowanymi do niej elementami może być odchylana w dół o kąt 90°. To odchylenie umożliwia dostęp do zacisków rozmieszczonych na płytkach wtykowych i dołączonych do nich przewodów.

Do ramy są przymocowane również oporniki oraz zaciski pomiarowe umieszczone na dwóch listwach, przeznaczonych po jednej dla każdego kierunku. Przekaźniki sygnałowe i przekaźniki kontroli PK są ustawione na drewnianych półkach wyłożonych warstwą filcu i zabezpieczone przed przesuwaniem się za pomocą metalowych uchwytów. W półkach są wykonane wycięcia dla wiązek przewodów oraz otwory umożliwiające odblokowanie kotwic przekaźników, unieruchamianych na czas transportu.

Z lewej strony szafy znajduje się na jednej z półek miejsce na zapasowe bezpieczniki, żarówki, narzędzia itp. W tym miejscu również może być ulokowany rezerwowy przekaźnik impulsujący. Pod półką jest wykonany schowek na dokumentację.

Przekaźniki kontroli świateł są umieszczone w górnej części szafy na tylnej jej ścianie.

W dolnej części szafy znajdują się głowice kablowe (zaciski kontrolne), bezpieczniki topikowe oraz grzejnik.

Na bocznych ścianach są umocowane: wyłączniki, gniazdko wtykowe oświetleniowe, gniazdko telefoniczne oraz listwy zaciskowe.

Na rysunku IX-8 pokazano rozmieszczenie elementów w typowej szafie ERS 1112. Poszczególne elementy są oznaczone wewnątrz szafy białą farbą zgodnie z oznaczeniami na schemacie ideowym.

Połączenia wewnątrz szafy są wykonane przewodami miedzianymi w igelicie DY lub w gumie DG, odpornymi na wpływy atmosferyczne i częściowo na uszkodzenia mechaniczne. Izolacja tych przewodów nie zmienia swych własności izolacyjnych pod wpływem zmian temperatury. Przewody łączone są w wiązki bawełnianą nicią przesyconą parafiną i umocowywane uchwytami do ścian szafy. Zakończenia przewodów są zabezpieczone przed zsuwaniem się izolacji, a końce przewodów zakończone lutowanym oczkiem lub końcówką lutowniczą.

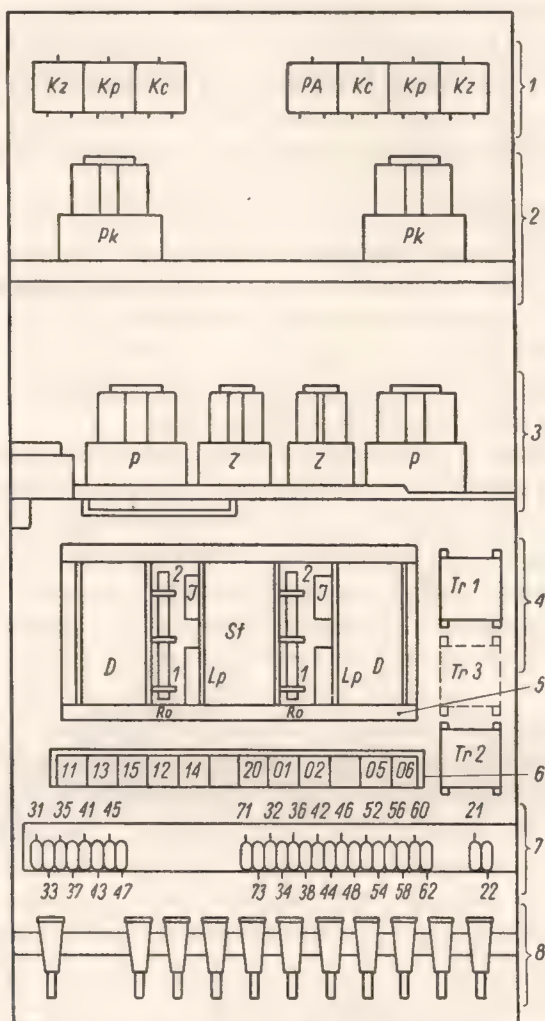
Metalowej ramy jak również elementów znajdujących się wewnątrz szafy nie uziemia się i nie izoluje się od zewnętrznej powierzchni szafy. Natomiast sama szafa powinna być uszyniona lub uziemiona zgodnie z zarządzeniem MK.

Szafę należy wyposażyć dodatkowo w daszek, chroniący wnętrze przed zalewaniem podczas otwierania w czasie opadów atmosferycznych. Daszek ochronny może być wykonany jako metalowa rama osadzona na specjalnych zawiasach, na którą naciągnięte zostało płótno impregnowane (konstrukcja półsztywna) lub przez wykorzystanie samego płótna specjalnie rozciągniętego na otwartych drzwiach (konstrukcja miękka). Daszek konstrukcji półsztywnej może być stosowany przy szeroko otwartych drzwiach szafy, a daszek miękki — przy drzwiach otwartych pod kątem 90° i w tej pozycji zabezpieczonych. W tym usytuowaniu drzwi tworzą dodatkowo boczną osłonę wnętrza szafy.

Wentylacja szafy jest zapewniona przez zastosowanie specjalnych otworów wentylacyjnych, umieszczonych w górnej części i w podłodze szafy w taki sposób, że jest umożliwione ich zasłanianie w zależności od pory roku i zabezpieczenie przed dostaniem się do wnętrza szafy wody, śniegu, pyłu, i innych

ciał stałych. Uszczelnienie szafy uzyskuje się przez oklejenie powierzchni drzwi, które stykają się ze stałymi częściami szafy, specjalnymi uszczelkami (guma porowata) lub przez zabezpieczenie fartuchami z płótna impregnowanego.

Zabezpieczenie wnętrza szafy i jej elementów przed skraplaniem się pary wodnej i opadaniem kropel wody wymaga, aby dach szafy od strony wewnętrznej był pokryty materiałem wodochłonnym.



Rys. IX-8. Rozmieszczenie elementów w typowej szafie torowej

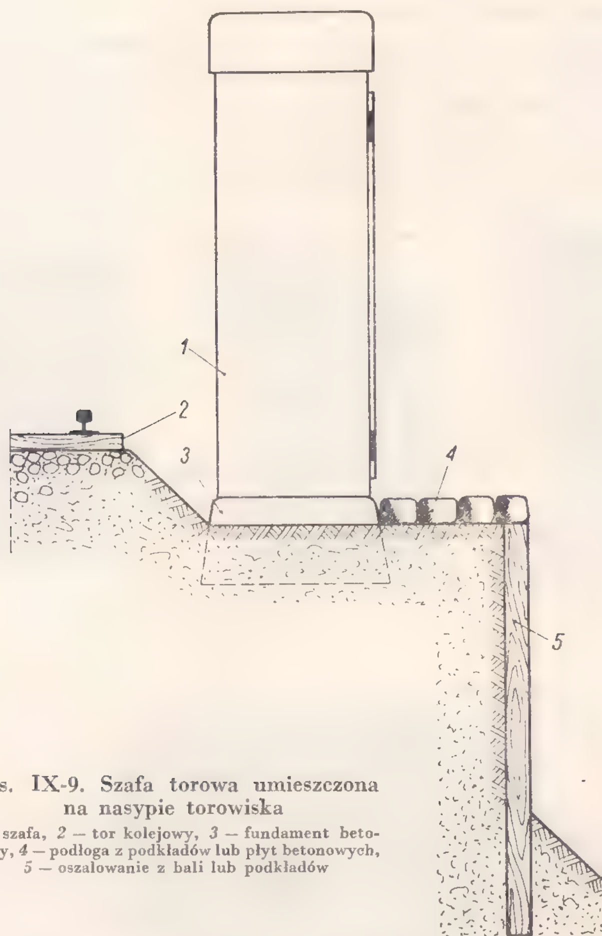
1 — przekaźniki kontroli świateł, 2 — przekaźniki kontrolne, 3 — przekaźniki sygnałowe, 4 — transformatory zasilające, 5 — rama z elementami stykowymi, 6 — bezpieczniki, 7 — zaciski kontrolne, 8 — głowice kablowe

Wnętrze szafy może być ogrzewane za pomocą elektrycznego grzejnika włączanego osobnym wyłącznikiem. Ponadto szafa powinna być wyposażona w chodnik izolacyjny, przenośną lampę elektryczną 12 V i 24 W z wtyczką i sznurem długości około 1,5 m dla umożliwienia oświetlenia wnętrza szafy

w razie konieczności usuwania usterek w nocy, komplet kluczy sztorcowych do zakrętek przekaźników (M4, M5, M6).

Szafy torowe powinny mieć zapewnione prawidłowe odwodnienie. Gromadzenie się wody wokół szafy lub we wnętrzu betonowego fundamentu jest niedopuszczalne szczególnie w okresie zimowym z uwagi na zamarzanie wody. Obok szaf już istniejących należy wykonać w razie potrzeby kanały odwadniające.

Przed szafą ustawioną na nasypie (rys. IX-9) należy sporządzić specjalny pomost, na którym będzie można rozłożyć gumowy (dielektryczny) dywanik



Rys. IX-9. Szafa torowa umieszczona na nasypie torowiska

1 — szafa, *2* — tor kolejowy, *3* — fundament betonowy, *4* — podłoga z podkładów lub płyt betonowych, *5* — oszalowanie z bali lub podkładów

izolacyjny dla pracownika oraz ułożyć narzędzia i aparaty pomiarowe. Drzwi szafy powinny otwierać się i zamykać bez nadmiernego wysiłku.

Podłoga w szafie powinna być raczej wykonana z jednej płyty drewnianej, w której należy wywiercić otwory dla przejścia kabli. Wykonanie podłogi z drewnianych klepek jest niepraktyczne, gdyż pod wpływem wilgoci paczą się one, a powstałe szpary muszą być specjalnie uszczelniane.

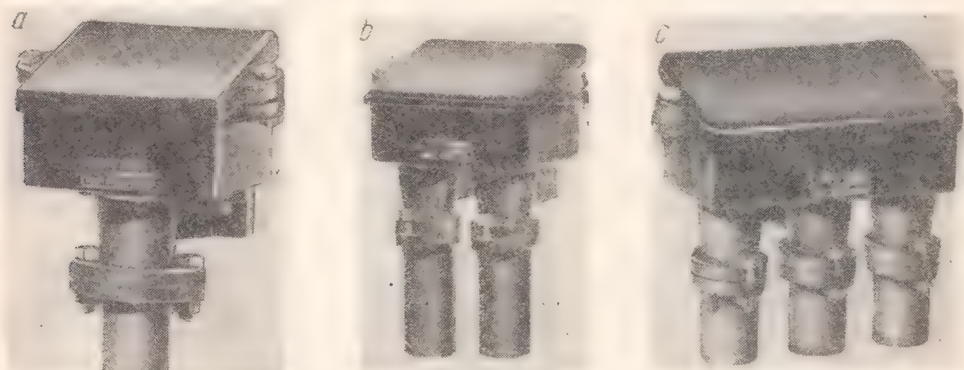
W szafie torowej nie wolno pod żadnym pozorem przechowywać zapasów materiałów, odzieży roboczej, przyrządów do czyszczenia, farb itp. Wyjątek stanowią niezbędne materiały BHP oraz zapas bezpieczników o wartości określonej w dokumentacji.

Specjalnej uwagi wymagają szafy, w których znajdują się akumulatory (szafa zasilająca sygnały świetlne na drągach rogatkowych). Ze względu na obecność akumulatorów zasadowych dochodzi tu jeszcze potrzeba stosowania specjalnych zabiegów konserwacyjnych baterii.

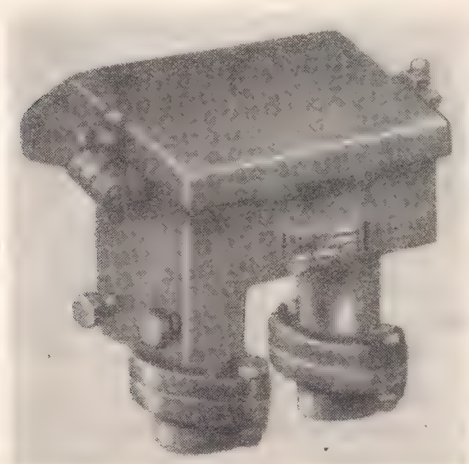
3. Puszki kablowe

W urządzeniach zrk są stosowane puszki kablowe 2 typów: JVA 10 i JVA 20; są to puszki produkcji krajowej.

Puszki kablowe typu JVA 10 (rys. IX-10) są stosowane do połączeń kabli z napędami zwrotnicowymi. Puszki zaś kablowe typu JVA 20 (rys. IX-11)



Rys. IX-10. Puszka kablowa typu JVA 10
a — dla 1 kabla, *b* — dla 2 kabli, *c* — dla 3 kabli



Rys. IX-11. Puszka kablowa typu JVA 20

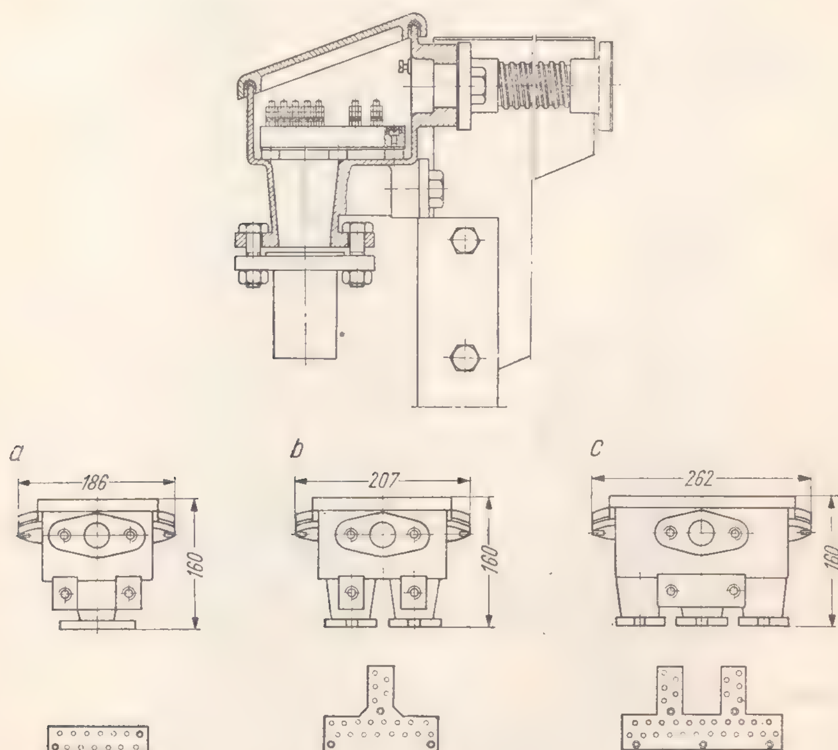
używane są do połączeń kabli z odcinkami izolowanymi i szynami izolowanymi.

Puszka kablowa jest wykonana jako skrzynka żeliwna nakryta z wierzchu szczelną pokrywą. W rowkach pokrywy jest ułożony sznur z wojłoku lub innego materiału, odpowiednio natłuszczony, dociskający pokrywę do brzegów skrzynki. Płyta bakelitowa z odpowiednio rozmieszczonymi zaciskami jest przyśrubowana do dna skrzynki żeliwnej. Kabel jest wprowadzony do środka skrzynki przez rurę ochronną, a jego żyły są dołączone do poszczególnych zacisków.

Puszki tego typu są montowane zazwyczaj na wspornikach stalowych osadzonych swobodnie w ziemi. Połączenie między puszką kablową a napędem zwrotnicowym typu ciężkiego, przytwierdzonym do podrozjazdnic, jest wykonane za pomocą giętkiej metalowej rury ochronnej, osłoniętej od góry metalową (blaszaną) pokrywą, przymocowaną do wspornika. Rura ochronna jest przymocowana drugim końcem do obudowy napędu. Takie rozwiązanie stosuje się tylko przy sztywnym umocowaniu napędu zwrotnicowego, gdyż przy przegubowym jest ono zbyteczne.

Puszki kablowe typu JVA 10 są wykonywane w 3 wielkościach (rys. IX-12).

Natomiast puszki kablowe typu JVA 20 są wykonywane w 2 wielkościach:

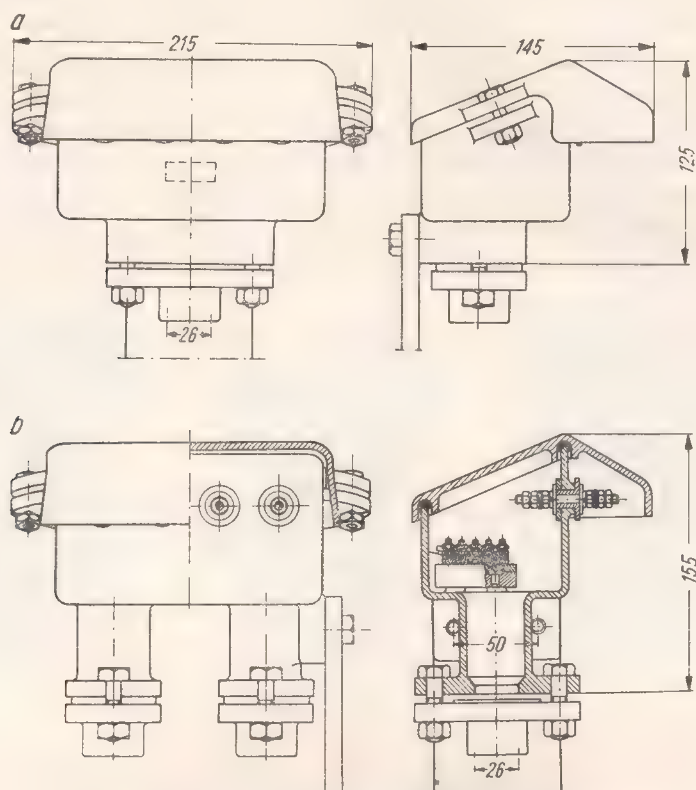


Rys. IX-12. Konstrukcja puszki kablowej typu JVA 10

a — dla 1 kabla i 12 zacisków, *b* — dla 2 kabli i 21 zacisków, *c* — dla 3 kabli i 33 zacisków

z 1 lub 2 wyprowadzeniami kablowymi (rys. IX-13). Dwa lub 4 izolowane sworznie przepustowe umożliwiają odprowadzenie 2 lub 4 izolowanych taśmą izolacyjną linek miedzianych do szyn odcinków izolowanych.

Pokrywa żeliwna zastosowana przy tych puszkach ma nieco inny kształt niż przy puszkach typu JVA 10, a przedłużony jej daszek chroni sworznie przepustowe.



Rys. IX-13. Konstrukcja puszki kablowej typu JVA 20

a — dla 1 kabla, *b* — dla 2 kabli

Tablica IX-2 podaje dane charakterystyczne puszek kablowych typu JVA 10 i JVA 20.

Do zalewania puszek kablowych zainstalowanych na wolnym powietrzu stosuje się masę kablową B według normy PN-E/16/48.

Przed dostępem osób niepowołanych puszki kablowe zabezpiecza się przez zamknięcie ich pokryw nakrętkami przykręconymi do kadłuba skrzynki.

4. Głowice kablowe

Wprowadzenie kabli do nastawnic elektrycznych, szaf torowych oraz szaf kablowych w nastawniach jest wykonywane za pomocą głowic kablowych, zaciskowych lub butelkowych.

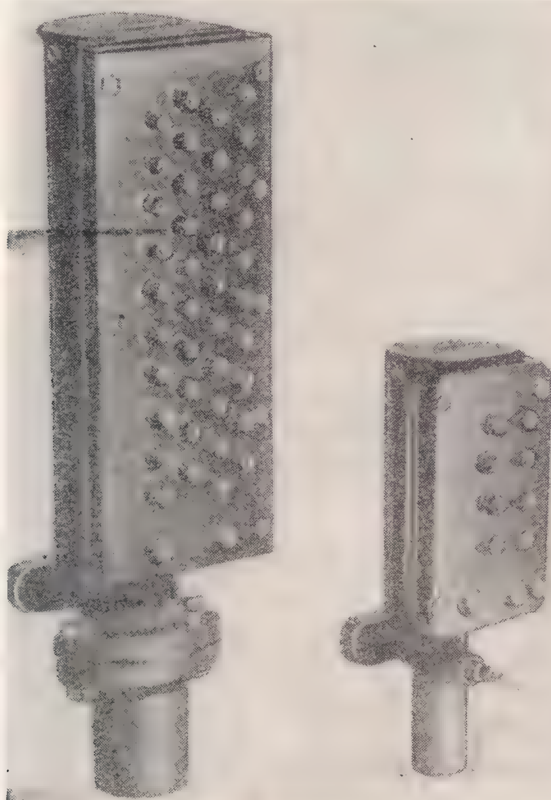
Tablica IX-2

Dane techniczne puszek kablowych typu JVA 10 i JVA 20

Oznaczenie	Liczba wyprowadzeń kablowych	Liczba zacisków lub sworzni przepustowych	Ilość potrzebnej masy kablowej [kg]	Ciężar skrzynki bez masy kablowej [kg]
JVA 1001	1	12	0,25	5,0
JVA 1003	2	21	0,40	7,0
JVA 1005	3	33	0,60	8,9
JVA 2001	1	2	0,40	4,4
JVA 2003	1	4	0,40	4,5
JVA 2005	2	2	0,45	5,1
JVA 2007	2	4	0,45	5,2
JVA 2009	2	2	0,45	5,4
JVA 2011	2	4	0,45	5,5

Głowice kablowe zaciskowe stanowią szczelne zakończenie kabla z powłoką ołowianą i umożliwiają dogodne doprowadzenie żył do zacisków głowicy, zabezpieczając zarazem kabel przed wpływami atmosferycznymi (rys. IX-14).

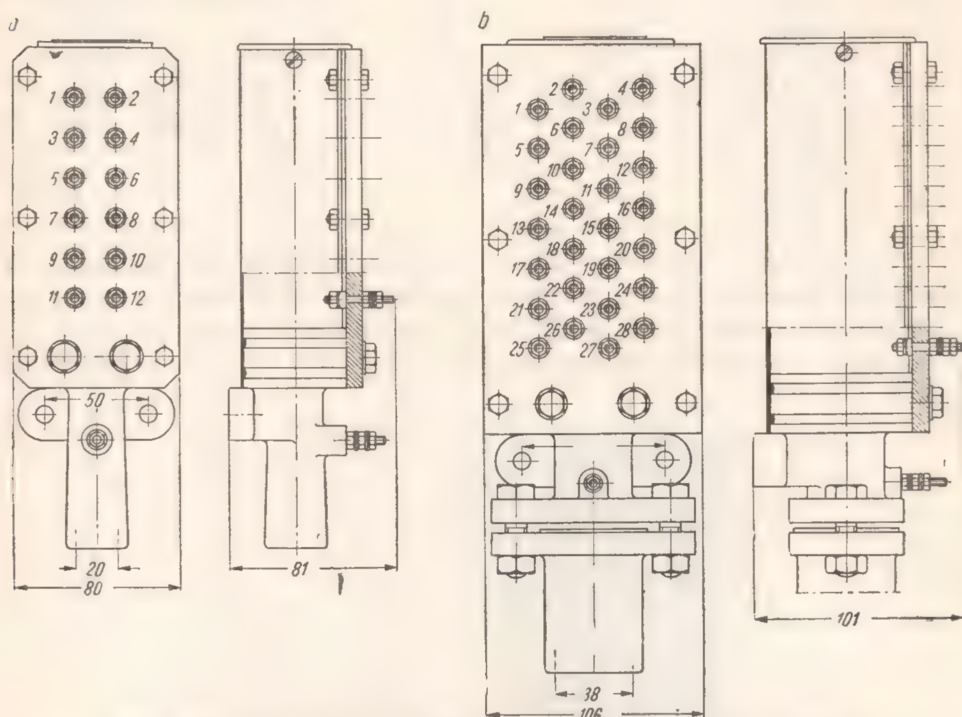
Głowice są wykonywane przez zakłady wytwórcze krajowe w 6 wielkoś-



Rys. IX-14. Głowice kablowe zaciskowe typu JVC 11

ciach: na 8, 14, 28, 40, 60 i 76 zacisków. Wielkość głowicy zależy od liczby żył dołączonego kabla.

Każda głowica kablowa typu JVC 11 składa się z żeliwnego kadłuba, bakelitowej płyty zaciskowej i pokrywy blaszanej. Zaciski osadzone w płycie bakelitowej są typu przepustowego i oznaczone odpowiednio cyframi wygrawerowanymi lub wyciśniętymi na płycie bakelitowej. Numeracja zacisków jest podana na rysunku IX-15.



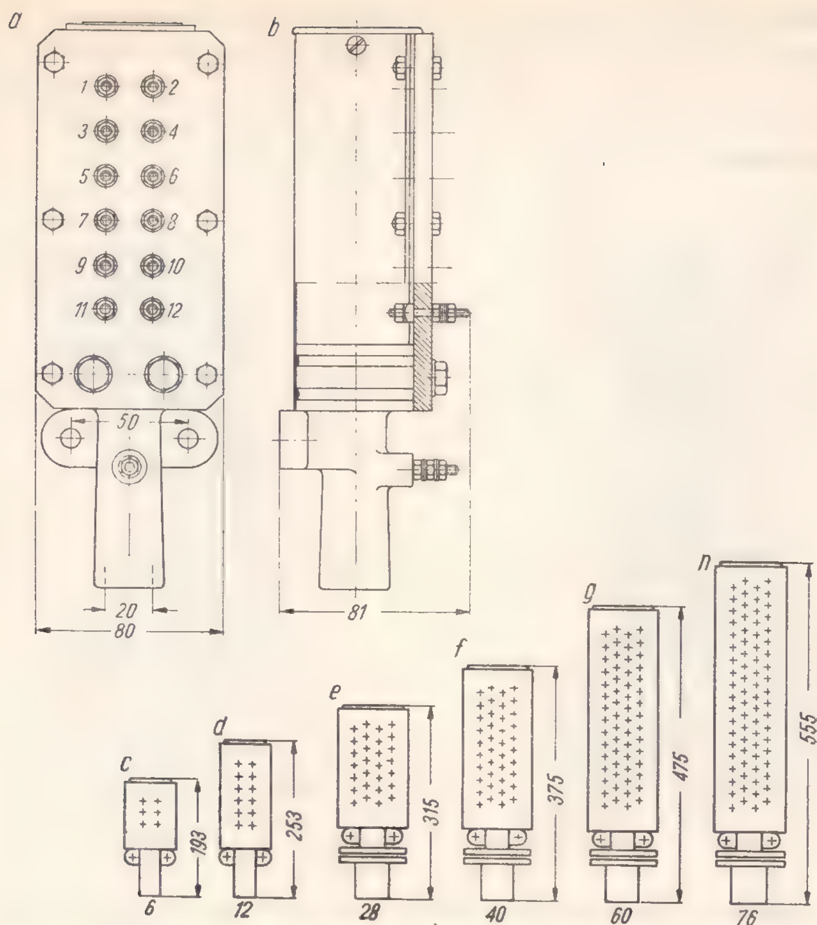
Rys. IX-15. Numeracja zacisków w głowicach kablowych typu JVC 11
a — w głowicy 12-zaciskowej, b — w głowicy 28-zaciskowej

Większe głowice kablowe typu JVC 1103 do JVC 1106 zaopatrzone są w specjalne kołnierze kablowe służące do przymocowania kabla (rys. IX-16). Dane charakterystyczne głowic kablowych są podane w tablicy IX-3.

Tablica IX-3

Dane techniczne głowic kablowych typu JVC 11

Oznaczenie	Liczba zacisków	Ilość potrzebnej masy kablowej [kg]	Ciężar głowicy bez masy kablowej [kg]
JVC 1107	8	0,3	1,1
JVC 1108	14	0,5	1,2
JVC 1103	28	1,1	2,9
JVC 1104	40	1,5	3,2
JVC 1105	60	2,0	3,6
JVC 1106	76	2,5	4,5



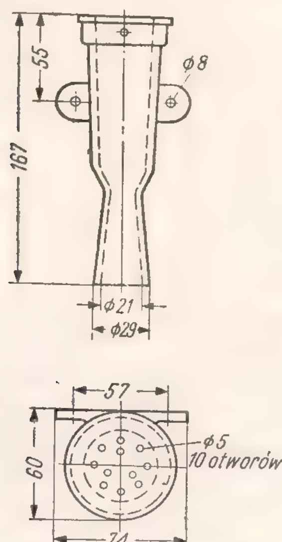
Rys. IX-16. Różne wielkości głowic kablowych typu JVC 11



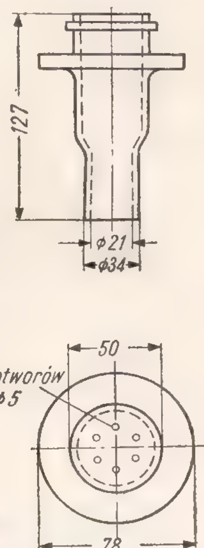
Rys. IX-17. Głowica kablowa butelkowa typu JVC 10

Kable o niewielkiej liczbie żył przyłącza się do oddzielnej listwy zaciskowej za pomocą butelkowej głowicy kablowej typu JVC 10 (rys. IX-17). Głowica tego typu jest wykonana ze staliwa i nakryta z wierzchu pokrywą bakelitową lub fibrową, w której są wywiercone otwory na poszczególne żyły kabla. Głowica tego typu nie ma zacisków.

Głowica typu JVC 1001 (rys. IX-18) może być przymocowana do ściany



Rys. IX-18. Głowica kablowa butelkowa typu JVC 1001 przystosowana do umocowania na ścianie



Rys. IX-19. Głowica kablowa butelkowa typu JVC 1010 przystosowana do umocowania wewnątrz słupa sygnałowego

w nastawni lub szafy torowej; ma ona odpowiedni nadlew z otworami na śruby podtrzymujące.

Jeśli głowica typu JVC 1010 (rys. IX-19) jest przeznaczona do zawieszenia wewnątrz słupa sygnałowego, to ma ona specjalny kołnierz, którym opiera się na wewnętrznych występach masztu.

5. Garnki rozdzielcze

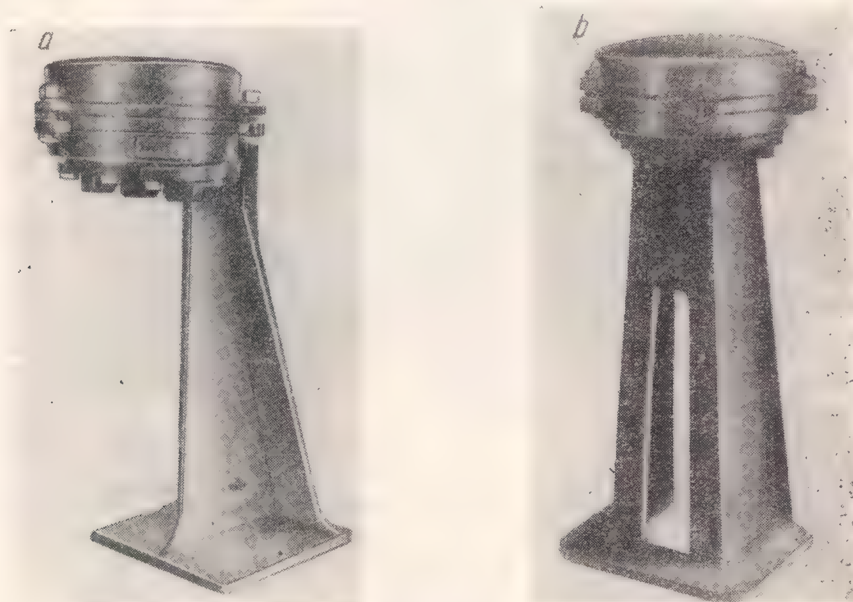
Do rozdzielania żył kabla grupowego na poszczególne kable kierunkowe lub oddzielne kable do zwrotnic, semaforów itp. stosuje się garnki rozdzielcze (rys. IX-20).

Używane do montażu kabli garnki rozdzielcze typu JVF 10 i VF 10 są stosowane przy odgałęzieniu kabli o mniejszej liczbie żył od kabla głównego, biegnącego zazwyczaj od nastawni. Garnki rozdzielcze są przystosowane do odprowadzania z nich od 2 do 10 kabli zabezpieczeniowych.

Każdy garnek rozdzielczy składa się z okrągłej skrzyni staliwnej, z otworem pośrodku dna na wprowadzenie kabla głównego. Wokół ściany zewnętrznej — zależnie od potrzeby — garnek ma 2, 3, 4, 8 lub 10 otworów, przez które odpro-

wadza się kable odgałęziające. Otwory nie zajęte przez kable zakrywa się blaszanymi zasłonami, odpowiednio uszczelnionymi uszczelkami ołowianymi lub innymi.

Dla każdego otworu kabli odprowadzających jest przewidziana jedna listwa bakelitowa z 7 zaciskami, do których doprowadzone są poszczególne żyły



Rys. IX-20. Garnek rozdzielczy typu JVF 10
a — na pojedynczej podstawie, b — na podwójnej podstawie

kabla głównego i kabli odprowadzających. Wykonanie garnków rozdzielczych w różnych wielkościach umożliwia stosowanie ich z 14, 21, 28, 56 i 70 zaciskami (rys. IX-21).

Kabel główny (doprowadzający) oraz kable odprowadzające są przymocowane do kadłuba garnka rozdzielczego za pomocą kołnierzy z podkładkami ołowianymi o średnicach 26, 32, 36 i 49 mm, przystosowanych do otworów na kable.

Okrągła skrzynia garnka rozdzielczego z zawartymi wewnątrz zaciskami jest przyśrubowana do staliwnego fundamentu.

Podstawę garnka rozdzielczego zakopuje się w ziemi na taką głębokość, aby dno skrzyni okrągłej znajdowało się na wysokości stopki szyny najbliższego toru. W niektórych przypadkach wystający z ziemi garnek rozdzielczy osłania się drewnianą skrzynią ze zdejmowaną pokrywą lub bez niej (rys. IX-22). Wokół garnka należy zapewnić dobre odwodnienie, wypełniając wykop tłuczniem, a sam garnek okładając cegłą.

Garnki rozdzielcze rozmieszcza się w terenie w taki sposób, aby nie przeszkadzały przy poruszaniu się po międzytorzu i same nie były narażone na uszkodzenia przy robotach torowych lub przy wykonywaniu czynności ładunkowych.

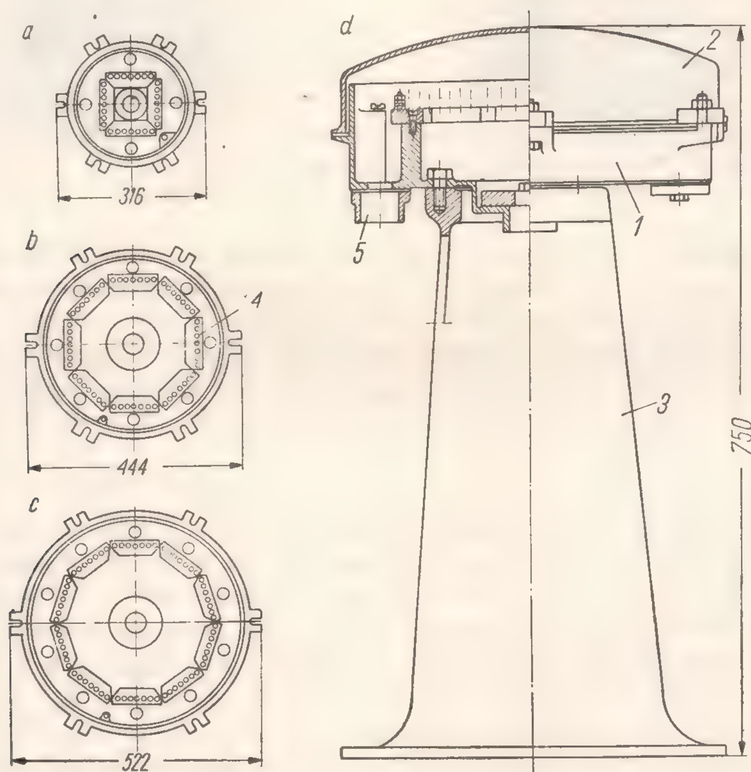
Tablica IX-4

Dane techniczne garnków rozdzielczych typu JVF 10 i VF 10

Oznaczenie	Liczba odprowadzeń kabli	Liczba zacisków	Masa kablowa [kg]	Ciężar bez masy kablowej [kg]
JVF 1001	4	28	2,2	32,0
JVF 1002	8	56	9,0	61,0
JVF 1003	10	70	13,0	82,5
VF 1010	2	14	1,5	21,0
VF 1011	3	21	2,0	24,0

W tablicy IX-4 wymienione są dane techniczne garnków rozdzielczych stosowanych na PKP.

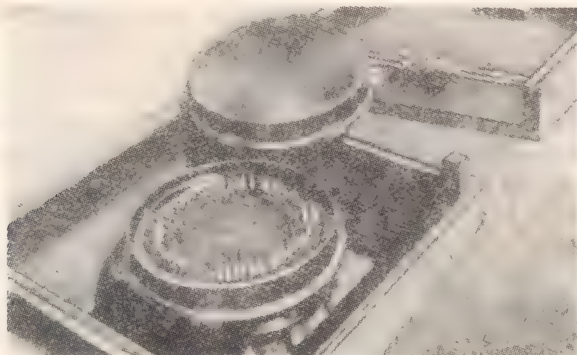
Kable doprowadzane do puszek kablowych, głowic i garnków rozdzielczych powinny być odpowiednio zakończone. Przyłączone do zacisków żyły muszą być zalane wewnątrz garnka odpowiednią masą kablową, zabezpieczającą papierową izolację kabla przed wilgocią.



Rys. IX-21. Różne garnki rozdzielcze typu JVF 10

a — z 28 zaciskami, *b* — z 56 zaciskami, *c* — z 70 zaciskami, *d* — garnek na podstawie
1 — skrzynia zaciskowa, *2* — pokrywa, *3* — podstawa, *4* — listwy zaciskowe, *5* — kołnierz kablowy

Szczególną uwagę należy zwracać przy zalewaniu masą garnków rozdzielczych. Masa powinna wypełnić skrzynię zaciskową, lecz same zaciski muszą wystawać ponad warstwę masy.



Rys. IX-22. Garnek rozdzielczy ze zdjętą pokrywą osadzony w ziemi i osłonięty drewnianą skrzynią

Kable zarówno doprowadzające, jak i odprowadzające wprowadza się do garnka od dołu, pionowo w górę.

Łącząc żyły z zaciskami garnka rozdzielczego zaczynamy od ostatniej żyły, na końcu zaś przyłącza się do zacisku 1 żyłę licznikową.

6. Mufy kablowe

Często zachodzi potrzeba złączenia 2 końców oddzielnych kabli układanych na odcinku, jeżeli jego długość jest większa od długości kabla. W tych przypadkach połączenia dokonuje się za pomocą staliwnych muf kablowych (rys. IX-23).

Podczas łączenia 2 odcinków kabla opancerzonego za pomocą muf należy — w miarę możności — z każdej strony mufy pozostawić zapas kabla długości od 1,5 do 2 m, aby nie powodować niepotrzebnego naprężania kabla podczas naprawy lub wymiany mufy.

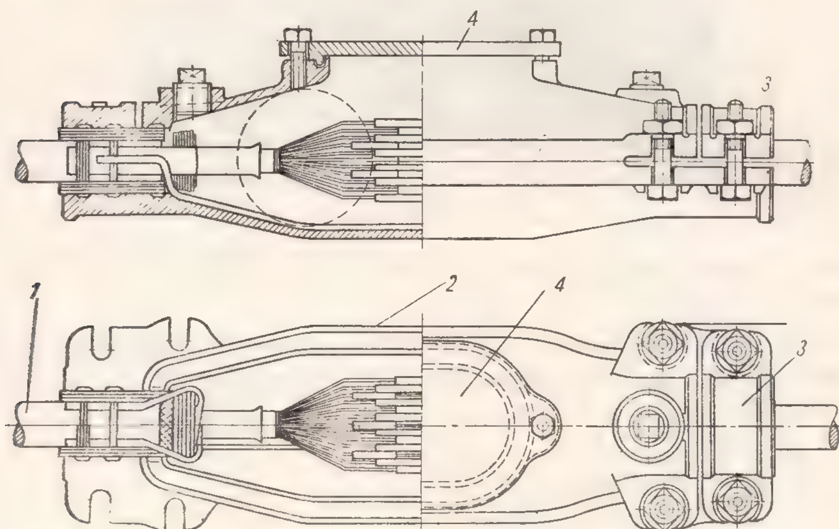
Przed łączeniem końców kabli trzeba każdą żyłę kabla odpowiednio przygotować, tj. zdjąć izolację z jej końców, rozsuwając je wachlarzowato, symetrycznie w różne strony.

Żyły w kablu są ułożone warstwami współśrodkowymi. Przy łączeniu poszczególnych żył postępujemy od środka rdzenia, unikając krzyżowania żył z różnych warstw. Bierzemy koniec jednego kabla i liczymy w nim żyły w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, czyli w prawo, a w końcu drugiego kabla żyły liczymy w kierunku przeciwnym, czyli w lewo. Liczenie i łączenie zaczynamy od żyły oznaczonej jednakowym kolorem w obu końcówkach kabli. Podczas liczenia i łączenia należy zwracać baczną uwagę na to, aby w każdej

warstwie żyła licznikowa była łączona najpierw i aby postępować od rdzenia kabla do zewnętrznej warstwy.

Poszczególne żyły obu kabli są łączone przez skręcenie w złączce miedzianej, na którą nasuwa się izolującą tulejkę papierową. Przy bardzo grubych kablach połączenia żył rozmieszczamy w taki sposób, aby złącza były odpowiednio rozsunięte.

Mufa łącząca składa się z części dolnej, górnej, pokrywy i 2 nakładek. Dolna część mufy łączącej jest silnie przymocowana śrubami do końców obu kabli, dzięki czemu zapobiega się zgnieceniu i zerwaniu żył. W tym celu kabel w miejscu



Rys. IX-23. Mufa kablowa łącząca dwa kable
1 — kabel, 2 — kadłub mufy, 3 — nakładka, 4 — pokrywa

skręcenia należy najpierw owinąć paskami papy lub taśmy izolowanej i dopiero wówczas przykręcić śrubami obie nasadki do dolnej części mufy.

Dla uszczelnienia przed wyciekaniem masy żłobki dolnej części mufy należy wyłożyć taśmą izolacyjną albo jutową.

Po nałożeniu górnej części mufy, której występy wchodzą w żłobki dolnej części, skręcamy obie części, stopniowo dokręcając śruby na krzyż.

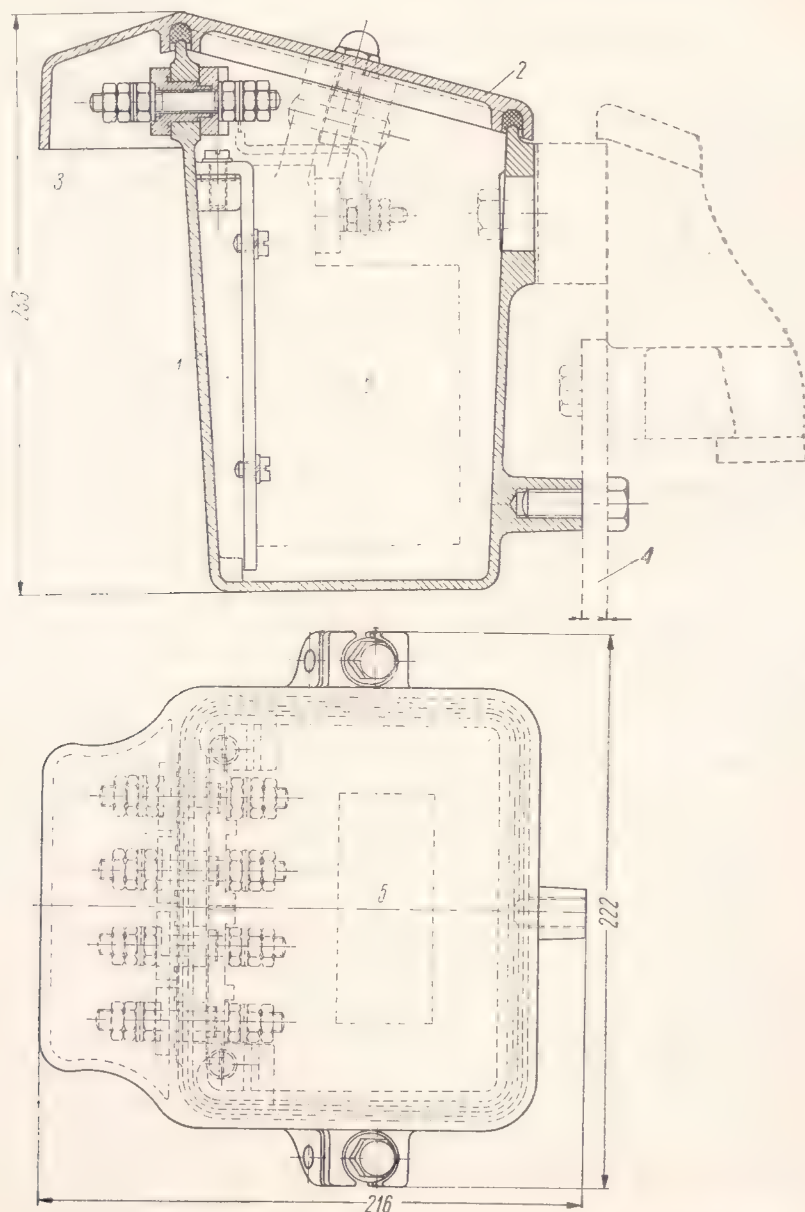
Jeśli mufy łączące są montowane w porze zimowej, to należy je ogrzać i ponownie dociągnąć śruby.

Po odśrubowaniu pokrywy w otwór znajdujący się w górnej części mufy wlewamy do środka gorącą masę. Ponieważ wlana masa stygnąc kurczy się, należy jej kilkakrotnie dolewać, aż do całkowitego wypełnienia mufy. Wtedy zamykamy pokrywą otwór, wszystkie śruby w mufie dokręcamy i całą mufę wraz ze śrubami oblewamy masą. W ten sposób zapobiega się rdzewieniu śrub i kadłuba mufy.

7. Skrzynki ochronne dla transformatorów torowych

W skrzynkach ochronnych (rys. IX-24) osadza się transformatory przekaźnikowe, przeznaczone dla odcinków izolowanych.

Skrzynki ochronne typu LS 10 mają po 2 lub 4 śruby przepustowe, zakończone nakrętkami na obu końcach. Ciężar skrzynki ochronnej wynosi około 8,5 kG.



Rys. IX-24. Skrzynka ochronna dla transformatora torowego
— obudowa, *2* — pokrywa, *3* — sworznie, *4* — podstawa, *5* — transformator

8. Znaczniki kablowe

Do oznaczania trasy, po której biegnie ułożony kabel, służą wypukłe znaczniki kablowe żeliwne lub betonowe (rys. IX-25).

Znaczniki kablowe zakopuje się w ziemi nad kablem, wskutek czego jest



Rys. IX-25. Znaczniki kablowe

widoczna trasa kabla na liniach prostych, jego odgałęzienia i skrzyżowania oraz rozmieszczenie muf kablowych.

Dla ułatwienia osadzenia znaczników w ziemi są stosowane wsporniki, również zakopywane w ziemi.

X. STOJAKI PRZEKAŹNIKOWE

Prawidłowe zmontowanie i właściwe rozmieszczenie przekaźników na stojaku stanowi bardzo istotne zagadnienie w przekaźnikowych urządzeniach zrk. Rozmieszczenia elementów na stojakach przekaźnikowych dokonuje się w sposób zapewniający łatwy i racjonalny montaż, dogodny dostęp, łatwą wymianę i obserwację przez szybką orientację o miejscu znajdowania się poszczególnych elementów.

Oprócz przekaźników znajdują się również na stojakach bezpieczniki, oporniki, transformatory, kondensatory, dławiki sygnałowe, listwy zaciskowe itp. Stosowanie stojaków jest uzasadnione uzyskaniem krótkich połączeń między przekaźnikami oraz właściwym ich zgrupowaniem, które ułatwia szybkie odszukanie potrzebnego przekaźnika. Przy rozmieszczaniu przekaźników na stojaku należy kierować się oszczędnością miejsca w przekaźnikowni.

Dążenia do normalizacji i kompletowania przekaźników w jedną funkcjonalnie działającą całość doprowadziły do wytwarzania znormalizowanych stojaków.

Obecnie spotykane stojaki wykonuje się całkowicie z metalu, a stosowane dawniej stojaki drewniane są wycofywane z eksploatacji. Stojaki przekaźnikowe starszego typu stanowią szkielet wykonany ze stali profilowej. Na poziomych wspornikach znajdują się półki wyłożone deskami odpowiedniej grubości.

Stojaki przekaźnikowe mogą być jedno- lub dwustronne, czyli przystosowane do montowania przyrządów tylko z jednej bądź z obu stron.

Połączenia między poszczególnymi elementami powinny być możliwie krótkie. Do wykonywania tych połączeń używa się przewodów miedzianych w izolacji igelitowej o przekroju 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 lub 2,5 mm^2. Wszelkie połączenia między elementami umieszczonymi na stojakach i innymi urządzeniami powinny być dokonywane za pośrednictwem listew zaciskowych, umieszczonych na stojakach. Takie rozwiązanie pozwala na wykonanie znacznej części montażu stojaków w zakładach wytwórczych, co ma niewątpliwy wpływ na skrócenie czasu montażu wewnętrznych urządzeń na stacji, na podniesienie jakości wykonania tego montażu oraz na obniżenie kosztów inwestycyjnych.

Połączenia wykonywane między pewnymi zgrupowanymi przekaźnikami, jak np. zespołu przekaźników odnoszących się do jednego napędu zwrotnicowego, stanowią typowe połączenia.

Konstrukcja stojaków zależy przede wszystkim od rodzaju przekaźników,

jakie mają być umieszczone na tym stojaku. Z uwagi na stosowanie w praktyce zarówno przekaźników zaciskowych, jak i wtykowych wprowadzono odmienne konstrukcje stojaków dla tych dwóch rodzajów przekaźników oraz jeszcze inny — dla przekaźników typu pomocniczego (małogabarytowych).

Stojaki dla przekaźników wtykowych typu JRK, ERV i JRJ są inne niż dla przekaźników typu RL lub KDR.

Stojaki przekaźnikowe są ustawione w oddzielnych pomieszczeniach zwanych przekaźnikowniami. W pomieszczeniach takich stojaki ustawia się w odległości umożliwiającej swobodne poruszanie się personelu podczas montażu, czyszczenia lub wyszukiwania i usuwania usterek. Z tego względu zaleca się, aby odstęp między stojakami wynosił od 0,8 do 1 m, a odległość stojaka od ściany pomieszczenia — co najmniej 0,8 m.

Także poszczególne elementy powinny być na stojaku tak rozmieszczone, aby był ułatwiony do nich dostęp w czasie montażu i eksploatacji, jak również dogodna ich obserwacja.

Zakłady Wytwórcze Urządzeń Sygnalizacyjnych wykonują obecnie typowe znormalizowane stojaki przekaźnikowe typu AT.

Stojaki przekaźnikowe typu AT 10 dla przekaźników zaciskowych są wykonane z kątowników i blach giętych w postaci konstrukcji ażurowej z dwustronnym rozmieszczeniem przekaźników. Wymiary tego stojaka są następujące: wysokość 2500 mm, szerokość 1000 lub 2000 mm, głębokość 504 mm.

Stojaki dla przekaźników zaciskowych dzielą się na stojaki zwrotnicowe i przebiegowo-sygnałowe. Stojaki zwrotnicowe są przystosowane do rozmieszczenia wszystkich elementów powiązanych funkcjonalnie z napędem zwrotnicowym lub wykolejnicowym. Produkuje się stojaki pojedyncze przeznaczone dla 6 napędów zwrotnicowych oraz stojaki podwójne przeznaczone dla 12 napędów zwrotnicowych. Każda strona stojaka mieści wyposażenie dla 3 lub 6 zwrotnic w pionowych polach. Okablowanie stojaka jest wykonywane w fabryce.

Stojak AT 10 zawiera w górnej części drabinkę dla prowadzenia przewodów oraz listwy zaciskowe o maksymalnej liczbie zacisków 252, doprowadzające przewody łączące stojak z urządzeniami znajdującymi się poza nim oraz do włączania zasilania obwodów zwrotnicowych lub obwodów przebiegowo-sygnałowych prądem stałym o napięciu 24 V oraz prądem zmiennym 220 V.

Zostały tu zastosowane w układzie poziomym listwy od głowic kablowych lub inne listwy porcelanowe w układzie pionowym. Listwy zaciskowe są rozmieszczone na stojakach na przemian z jednej i drugiej strony. Zaciski na listwach opisuje się dwucyfrowymi liczbami, np. 02, 13, co oznacza drugi lub trzynasty zacisk danego pola stojaka.

Pod listwami zaciskowymi są umieszczone bezpieczniki, chroniące poszczególne obwody prądu stałego lub zmiennego; są tam również umieszczone zaciski wspólnej szyny plusowej.

Pod płytą bezpiecznikową znajdują się przekaźniki ochronne „0" i prostowniki przewidziane do obwodów zwrotnicowych. Na niższej półce są rozmieszczone przekaźniki pomocnicze *Pm*, a tuż nad nimi regulowane oporniki suwakowe.

	Listwa zaciskowa G (głowice kablowe)				Listwa zaciskowa P (pulpit nastawczy)		Listwa zaciskowa T (stojak przek. teletech.)	
6	100Ω cA, bA, cB, bB	zSpB, pSpB, pto A, pto B	cC, bC		100Ω cD, bD, cE, bE	nTm1, bTm1, cTz2, bTz2	nTm4, bTm4, nTm5, bTm5	
5	KToA JRG1602	KspB, KToB		1pUc^m JRG1009	1Pud^m			
	KpzA JRG1602, KcA	KpzB, KcB	STm4	SC^m, KzC	STm5, KpzD	SF^m, KzF		STm1, STz2
4	SA JRB 11429	SB	UTm4	Uc^m	UTm5	Ue^m	UIIde	UTm1
3	UIa	UIb	UIIab	SC	SD	SE	1PuIIde	UTz2
2	1PuI	1PuIb	1PuIIab	UIc	UId	UIe	PwI CDE$_x$	U13
	ZwIa JRC 17103	ZwIb	Zw IIab	Zwc	ZwIde	PwI CDE$_y$	ZwIIde	Zw13

Width of the left part: 2000; height: 2550.

6	01 02 03	04 05 06	07 08 09	10 11 12	21 22 23	24 25 26	27 28 29	30 31 32								
	13 14 15	16 +	+ 17	18 19 20	33 34 35	36 +	+ 37	38 39 40								
5	Dł	Tr	Dł	Tr	Dł	Tr	Dł	Tr	Dł	Tr	Dł	Tr	Dł	Tr	Dł	Tr
	E	E	D	D	C	C	SpB	SpB	ToB	ToB	ToA	ToA	B	B	A	A
4	1PKn 3/4cd+	1PKn 1/2−	1PKn 1/2+	CzDE	CzC		CzB	CzA								
3	1PKn 3/4cd−	1PKn 4ab/5−	1PKn 4ab/5+	SSzE	SSzD	SSzC	SSzB	SSzA								
2	1PKn 8/9−	1PKn 8/9+	1PKn 6/7+		JT3a	JT1b	JT1a									
	JT4	JT3c	JT3b	JT2c	JT2b	JT2a										

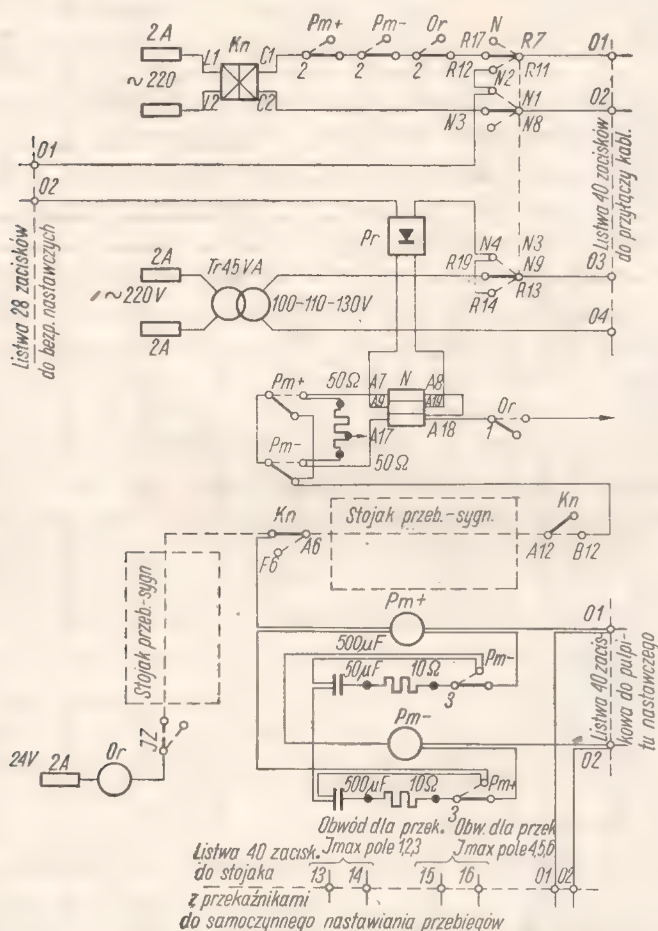
Rys. X-1. Rozmieszczenie elementów na stojaku przebiegowo-sygnałowym z przekaźnikami zaciskowymi

Na jeszcze niższej półce znajdują się przekaźniki nastawcze N typu JRR Na drugiej półce od dołu ustawia się przekaźniki kontroli stanu izolacji *JZ*, a na najniższej półce — przekaźniki kontroli położenia zwrotnic *Kn*.

Stojaki przebiegowo-sygnałowe są wykonane podobnie jak stojaki zwrotnicowe i rozmieszcza się na nich elementy wchodzące w skład obwodów sygnałowych i związane z nastawianiem przebiegów. Stojaki przebiegowo-sygnałowe są przystosowywane do 8 lub 16 obwodów nastawczych sygnałowych. Każdy rząd stojaka ma z jednej strony 4 lub 8 pól pionowych (rys. X-1).

Stojaki zwrotnicowe są kompletnie zmontowane w zakładach wytwórczych; jedynie przekaźniki typu JRV i JRY wmontowuje się na miejscu budowy urządzeń. Natomiast stojaki przebiegowo-sygnałowe są wykonywane tylko z listwami zaciskowymi i bezpiecznikami; dalsze wyposażenie stojaka jest uzupełniane na miejscu budowy, na podstawie dostarczonej dokumentacji.

Na rysunku X-2 jest pokazany schemat połączeń wykonywanych w zakładzie

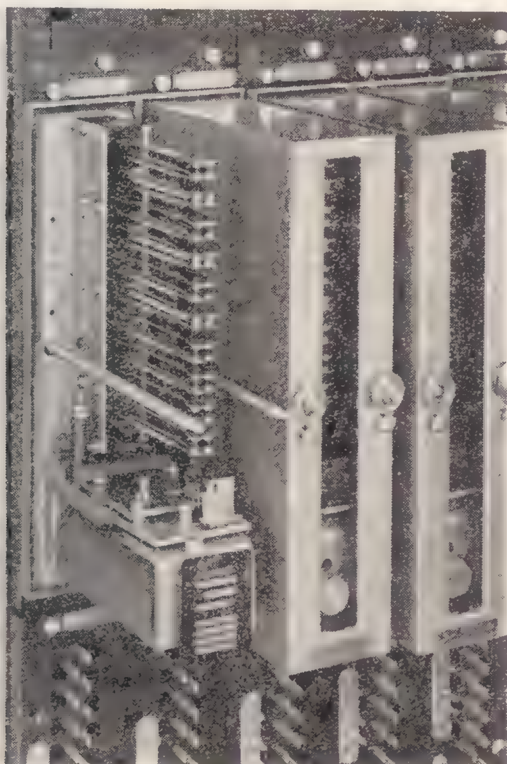


Rys. X-2. Schemat połączeń wewnętrznych jednego pola nastawczego zwrotnicowego wykonany przez zakłady wytwórcze

wytwórczym dla jednego pola nastawczego na stojaku zwrotnicowym; w takim stanie stojak jest dostarczany zwykle na miejsce montażu.

Ciężar stojaka przekaźnikowego zwrotnicowego AT 1001 na 6 pól (obwodów) wynosi 100 kG, a AT 1002 na 12 pól — 170 kG; natomiast ciężar stojaka przebiegowo-sygnałowego AT 1011 na 8 obwodów wynosi 110 kG, a na 16 obwodów — 180 kG.

Dla przekaźników wtykowych są stosowane odmienne stojaki (rys. X-3) typu AT 40. Stojaki AT 40 są wykonane z kątowników i blachy giętej. Na ścianie czołowej znajdują się płyty bakelitowe z zaciskami nożowymi od przodu



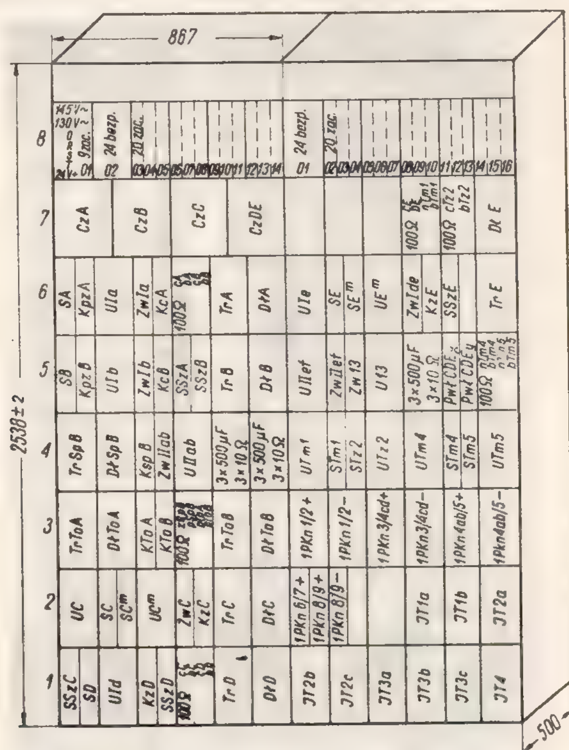
Rys. X-3. Stojak dla przekaźników wtykowych pokazany od strony płyt bakelitowych z wtyczkami nożowymi

i wkrętami zaciskowymi od tyłu. Stojak ten nie ma listew zaciskowych, ponieważ wszystkie przewody doprowadzone są do zacisków śrubowych, znajdujących się na tylnej stronie stojaka. Na każdej płycie bakelitowej może być umocowany jeden przekaźnik typu JRK 11 lub JRJ 11 albo też dwa przekaźniki typu JRK 10 lub ERV. Zatem stojak zawiera siedem rzędów przekaźników, a w każdym rzędzie można umieścić po 6 wtykowych przekaźników JRK 11 albo 12 przekaźników typu JRK 10 lub ERV, czyli w sumie jeden stojak może pomieścić 84 przekaźniki typu JRK 10 lub ERV.

Na każdej płycie bakelitowej znajduje się płytka rozpoznawcza umożliwiająca umocowanie na niej tylko przekaźnika ściśle określonego typu i rodzaju. Sworznie z nakrętkami przeznaczone do naprowadzania i umocowania przekaźników do listwy zaciskowej służą jednocześnie do umocowania i zaplombowania przekaźnika.

Na rysunku X-4 pokazano schematyczny widok stojaka przekaźnikowego typu AT 40 oraz przykładowe rozmieszczenie elementów dla obwodów przebiegowo-sygnałowych.

W jednym polu przekaźnikowym mieści się jeden z następujących elementów: 1 przekaźnik JRK 11, 1 przekaźnik JRJ, 2 przekaźniki JRK 10, 1 transformator,



Rys. X-4. Stojak przekaźnikowy typu AT 40

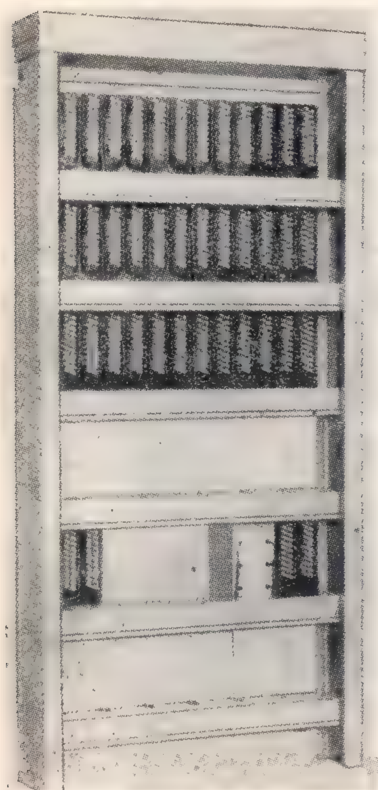
1 agregat wtykowy JRL, 4 oporniki REL, 1 listwa dla 24 bezpieczników, 1 płyta dla 9 zacisków kontrolnych, 1 listwa 3 ×20 zacisków, 4 przekaźniki RL. Natomiast w 3 polach mieszczą się 2 przekaźniki czasowe RM 521 albo w 2 polach mieści się jeden przekaźnik JRB.

Dla mniejszych stacji lub gdy jest mało miejsca w przekaźnikowni, wówczas elementy obwodów zwrotnicowych i przebiegowo-sygnałowych można umieszczać na wspólnym stojaku.

Każdy z elementów, np. przekaźnik, transformator, opornik itp., może być umieszczony w dowolnym miejscu stojaka.

Na rysunku X-5 jest pokazany stojak dla przekaźników wtykowych w starszym wykonaniu w widoku z tyłu. Stojak może być wykonany z listwami zaciskowymi lub bez nich. Jeśli stojak ma listwy zaciskowe, to do wykonania połączeń mogą być użyte teletechniczne kable stacyjne. W obu przypadkach celowe jest okablowanie, opisanie i sprawdzenie stojaków w zakładzie wytwórczym. Rysunek X-6 przedstawia stojak przekaźnikowy w nowym wykonaniu dla przekaźników wtykowych typu JRK.

Jeśli jest stosowany stojak z listwami zaciskowymi (rys. X-6), to połączenia między poszczególnymi stojakami powinny być tak wykonane, aby zaciski o tych samych numerach, np. od 01 do 20, były — w razie potrzeby przenoszenia obwodów z jednego stojaka do innych — łączone przewodami. Listwy na stojakach wtykowych mają 3 razy po 20 zacisków.



Rys. X-5. Stojak typu AT 40 dla przekaźników wtykowych w starszym wykonaniu, widoczny od strony przyłączenia przewodów

kTo A—1	01	70704
" 2	02	71704
100 Ω – pTo A	03	80704
"	04	81704
SA – 21	05	130705
100 Ω – 6A	06	70706
"	07	71706
KcB	18	60407
Kpz B~2	19	61407
	20	rezerwa
0105		102

Rys. X-6. Listwa zaciskowa stojaka typu AT 40

Na stojakach typu AT 40 górny rząd bezpieczników jest przeznaczony dla obwodów prądu zmiennego, dolny — dla obwodów prądu stałego, z wyjątkiem ostatnich trzech bezpieczników, które są przeznaczone do zasilania obwodów lokalnych przekaźników torowych i kontroli zwrotnicowych odcinków izolowanych.

Na stojaku przebiegowo-zwrotnicowym zastosowano podobny podział bezpieczników. Jest tu dodatkowo wprowadzone zasilanie z przetwornic 24 =/ /220 ~ V do bezpieczników światła czerwonego wszystkich semaforów wjazdowych i wyjazdowych ustawionych przy torach głównych zasadniczych.

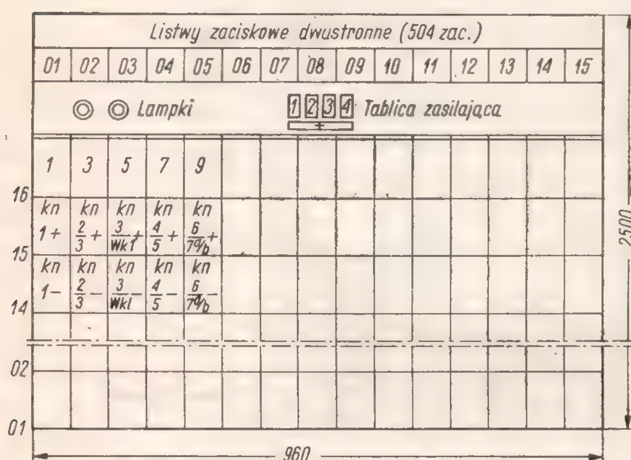
Na tych stojakach umieszcza się listwy po 24 bezpieczniki wtykowe. Bezpieczniki są kolejno przydzielane dla obwodów prądu zmiennego, następnie dla obwodów prądu stałego, przy czym zaznaczone jest w sposób dobrze widoczny rozgraniczenie tych dwóch rodzajów prądu.

Stojaki dla przekaźników typu RL o wymiarach: wysokość — 2500 mm, szerokość — 960 mm i głębokość — 430 mm pokazano schematycznie na rysunku X-7. W stojakach tych mieści się w 16 rzędach po 15 przekaźników, a w dwóch górnych rzędach znajdują się listwy 20-zaciskowe.

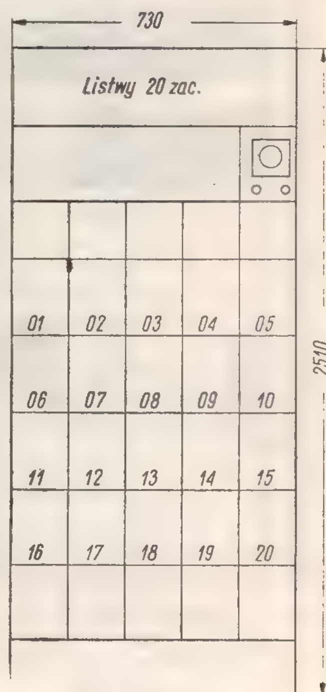
Dla przekaźników wtykowych typu RL stosuje się pionowy układ, który pozwala na ujednolicone zestawienie dla wszystkich układów w stosowanych obwodach. Ponadto system ten daje znaczną oszczędność miejsca.

Rysunek X-8 przedstawia schematyczny widok stojaka przeznaczonego dla przekaźników typu B1.

Przekaźniki pomocnicze (małogabarytowe) typu teletechnicznego są powiązane często ze sobą funkcjonalnie i stanowią wraz z prostownikami, opornikami, zaciskami itp. wspólny blok (rys. X-9 a). Blok taki składa się ze skrzynki metalowej



Rys. X-7. Rozmieszczenie elementów w stojaku z przekaźnikami RL

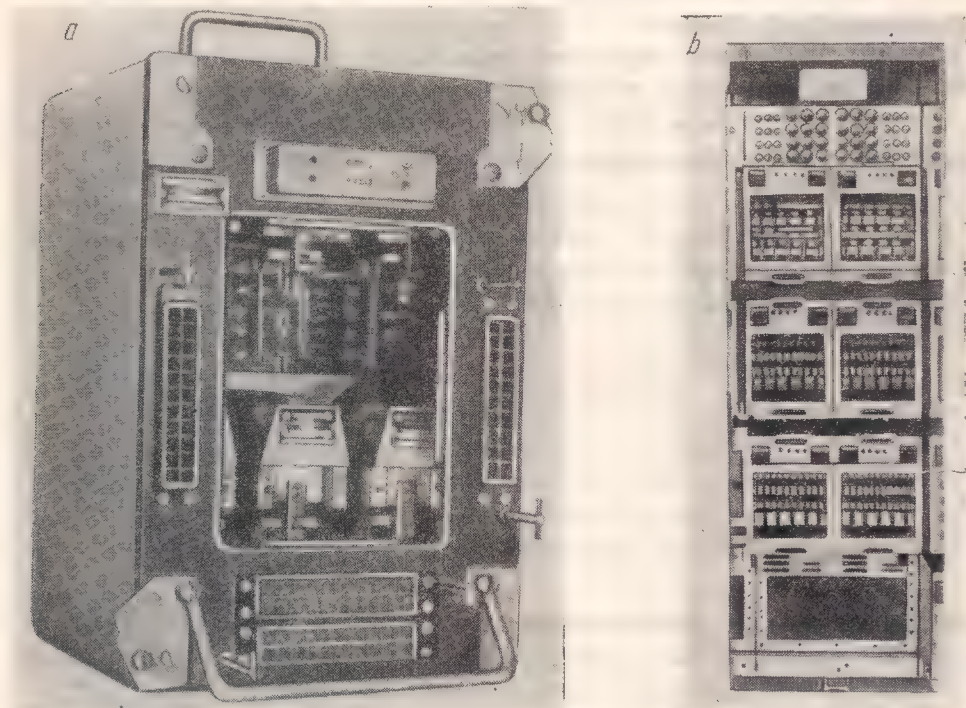


Rys. X-8. Stojak PN dla przekaźników B1

i stanowi jakby odpowiednik poszczególnych elementów nastawczych zwrotnicy (potrzebnych do jej nastawiania, zamykania, utwierdzania). Zatem może to być blok zwrotnicowy, jak również przebiegowy, sygnałowy itp. Bloki takie są umocowane na przystosowanych dla nich specjalnych stojakach (rys. X-9 b) i są stosowane w urządzeniach przekaźnikowych półblokowych oraz blokowych.

Do aparatury samoczynnego nastawiania zwrotnic na górkach rozrządowych jest stosowany stojak przekaźnikowy typu AT 60. Jest on wykonany z kształtowników i blach połączonych ze sobą za pomocą spoin lub wkrętów.

W stojaku tym zostały wykorzystane i znalazły zastosowanie detale występujące w dotychczas produkowanych już innych stojakach typu AT 10, AT 20 oraz AT 40, co szczególnie wpływa na obniżenie kosztów wykonawstwa stojaka typu AT 60. Stojak ten jest przystosowany do montowania z obu jego stron aparatury automatyki górek rozrządowych.



Rys. X-9. Bloki przekaźnikowe
a — blok przekaźnikowy zwrotnicowy, *b* — stojak z blokami przekaźnikowym

Umieszczony należycie w przekaźnikowni stojak typu AT 60 zapewnia bardzo dobry dostęp do urządzeń w czasie montażu i eksploatacji, jak również dogodną obserwację i konserwację.

Istnieje możliwość zmontowania na jednym stojaku aparatury automatyki dla ośmiu zwrotnic.

W górnej części stojaka jest przyśrubowana drabinka. Poniżej rozmieszczone są listwy zaciskowe (rys. X-10) oraz płyty bezpiecznikowe (rys. X-11). Na jednej stronie stojaka można zmontować maksymalnie 12 listew 20-zaciskowych.

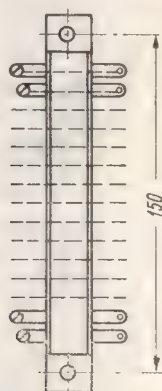
Płyty bezpiecznikowe są umieszczone w górnej części stojaka, bezpośrednio pod listwami zaciskowymi. Na jednej stronie stojaka można umieścić 6 płyt bezpiecznikowych, a na każdej po 6 bezpieczników.

Pod listwą bezpiecznikową rozmieszczono z obu stron stojaka półki w 10 rzędach poziomych. Na każdej półce w jednym rzędzie można umieścić 16 przekaźników typu ZRV. Oprócz przekaźników typu ZRV w miarę potrzeby można rozmieszczać w rzędach poziomych inne elementy automatyki. Zamiast jednego

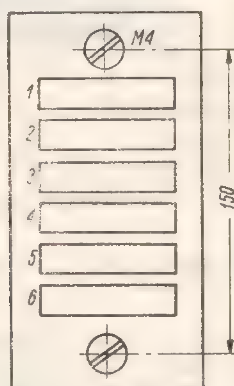
przekaźnika ZRV może być zainstalowany jeden zespół oporników z jednym lub dwoma opornikami typu RCR lub jeden zespół kondensatorów o pojemności 2×2 μF. W miejsce dwóch przekaźników ZRV może być wbudowany jeden zespół prostownikowy typu MA-0032, a w miejsce czterech przekaźników — jeden zespół oporników z jednym bądź dwoma opornikami typu REL.

Pod każdym rzędem poziomym jest umieszczona na wspornikach listwa opisowa.

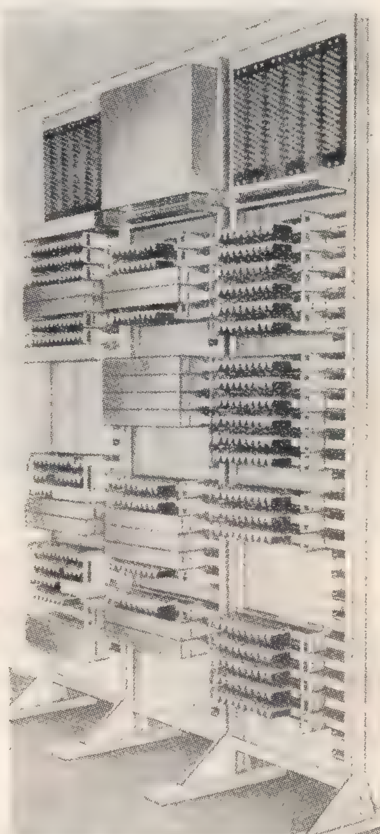
Poszczególne elementy znajdujące się w rzędach poziomych są zabezpieczone dwudzielnymi osłonami z metapleksu, które można plombować. Zamknięcia z metapleksu zapewniają dobrą widoczność pracujących urządzeń oraz pyłoszczelność, a jednocześnie przyjemną i estetyczną sylwetkę stojaka.



Rys. X-10. Listwa zaciskowa stojaka AT 10



Rys. X-11. Płyta bezpiecznikowa stojaka AT 60



Rys. X-12. Stojak przekaźnikowy urządzeń zdalnego sterowania

Dolne półki stojaka są przeznaczone na rozmieszczenie 10 przekaźników typu JRR w taki sposób, aby była zapewniona możliwość kontrolowania ich pracy. W górnej części stojaka, tuż nad rzędami przekaźników typu ZRV, znajdują się na każdej stronie stojaka dwie listwy zaciskowe (plusowe), z których każda ma 32 zaciski. Podczas ustawiania stojaków AT 60 w przekaźnikowni zaleca się,

aby odstęp między nimi przy ustawianiu w rzędzie wynosił około 0,6 m, odległość stojaków od ściany pomieszczenia — co najmniej 1 m.

Wymiary stojaka AT 60 są następujące: wysokość 2550 mm, szerokość 1050 mm, długość 420 mm, a ciężar stojaka z wyposażeniem — około 300 kG.

Stojaki należy ustawiać na gumowych podkładkach izolacyjnych dostarczanych przez wytwórnię.

Zazwyczaj stojaki dostarczane są przez ZWUS z kompletnym wyposażeniem wraz z okablowaniem i doprowadzeniem przewodów do listew zaciskowych. Jedynie przekaźniki cięższych typów, np. JRR, JRV, JRY itp., wmontowuje się na miejscu budowy urządzeń.

W urządzeniach zdalnego sterowania aparatura centralna i stacyjna ma wszystkie przekaźniki umieszczone w rzędach poziomych na odpowiednich płaskownikach przystosowanych do umieszczenia 13 przekaźników typu RAC w jednym rzędzie. Przekaźniki te stanowią jeden zestaw przekaźnikowy. Połączenia zestawów przekaźników między poszczególnymi stojakami są wykonane za pomocą łączówek wtykowych.

Pojedyncze płaskowniki z przekaźnikami, podwójne lub potrójne są przymocowane do stojaka w płaszczyźnie pionowej. Od tych zestawów przekaźników są wyprowadzone połączenia do gniazd wtykowych umieszczonych z prawej strony stojaka. Gniazda te są 40-połączeniowe i przystosowane do łączówek wtykowych poszczególnych zestawów przekaźnikowych. Z gniazd wtykowych wyprowadzone są przewody do zaciskowych listew połączeniowych, znajdujących się w górnej części stojaka.

Stojaki przekaźnikowe urządzeń zdalnego sterowania są wykonywane w 5 typach oznaczonych liczbami 1, 2, 3, 5 i 7. Na rysunku X-12 jest pokazany ogólny widok stojaków przekaźnikowych przeznaczonych dla nastawni centralnej. W nastawni tej zestawy przekaźnikowe są umieszczane na trzech stojakach typu 7, 5 i 3, oznaczanych odpowiednio literami A, B i C (rys. X-13).

Stojak A ma od tylnej strony w górze zaciski do włączania zasilania prądem stałym o napięciu 220, 75 i 24 V i przerywanym prądem stałym lub zmiennym 24 V.

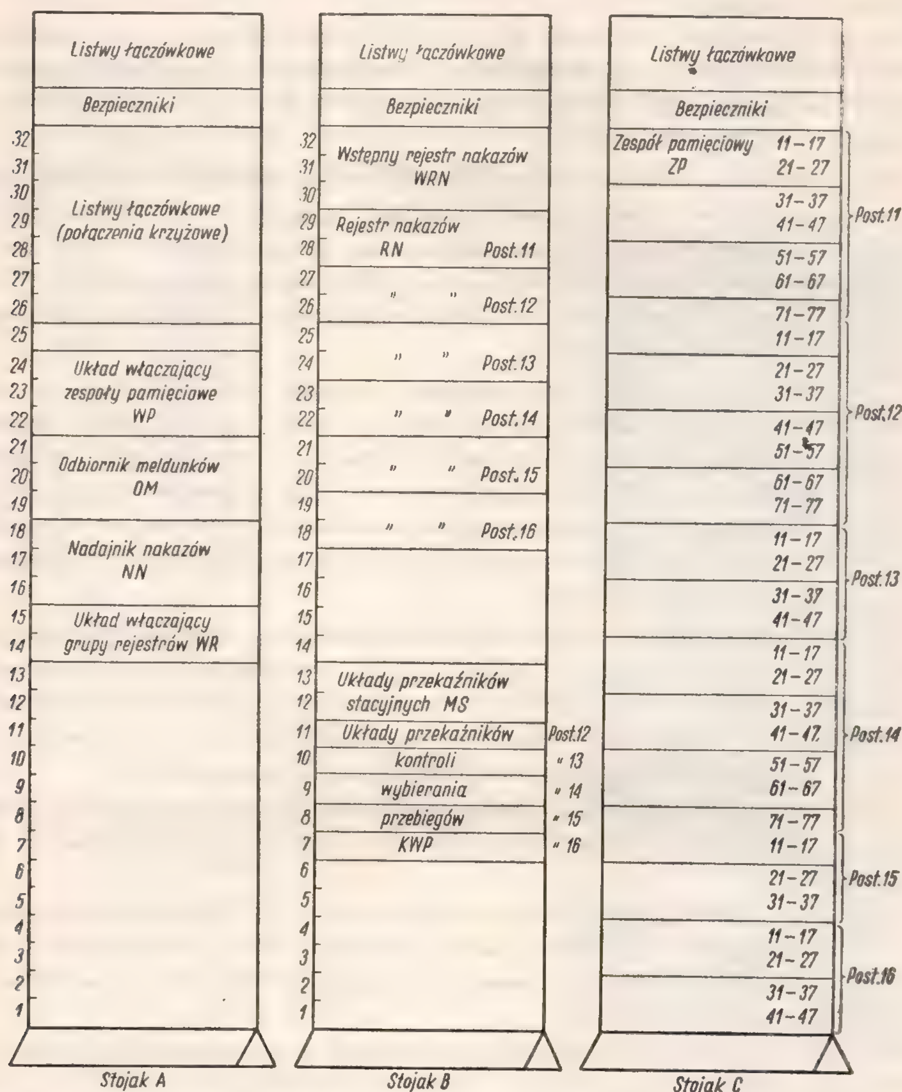
Pod tymi zaciskami znajdują się listwy połączeniowe, z których każda zawiera 40 łączówek wtykowych. Ponadto listwy połączeniowe są przystosowane do wykonania połączeń między stojakami za pomocą kabli elastycznych, zakończonych końcówkami wtykowymi.

Z przodu, w górnej części stojaka są umieszczone dwa rzędy listew z łączówkami lutowniczymi.

Poniżej znajduje się listwa bezpiecznikowa, a pod nią — dwa rzędy z łączówkami wtykowymi. Listwy te w tylnej stronie stojaka są połączone z gniazdami wtykowymi za pomocą kabli elastycznych. W stojaku A gniazda te mają połączenia z odpowiednimi polami planu świetlnego, z kluczowym aparatem włączania nastawnika przyciskowego oraz z innymi stojakami aparatury centralnej.

Liczba listew połączeniowych jest zależna od liczby posterunków zdalnie sterowanych.

W polach *24*, *23* i *22* znajdują się zestawy przekaźników włączających zespoły pamięciowe (*WP*); przekaźniki te zajmują trzy listwy, które są połączone z łączówkami wtykowymi.



Rys. X-13. Rozmieszczenie na stojakach elementów centralnej aparatury zdalnego sterowania

Pola *21*, *20* i *19* są przeznaczone dla zestawów przekaźników odbiornika meldunków (*OM*); przekaźniki te są zaopatrzone w oddzielne łączówki wtykowe.

Przekaźniki nadajnika nakazów (*NN*) zajmują pola *18*, *17* i *16* i również są połączone z tymi listwami.

W polach *14* i *15* znajdują się zestawy przekaźników włączających grupy rejestrów (*WR*). Pozostałe pola od *13* do *1*, czyli aż do samego dołu stojaka, są wolne.

Wysokość stojaka A wynosi 2391 mm.

Stojak B ma taką samą wysokość. W górnej jego części od tyłu, podobnie jak na stojaku A, są wmontowane zaciski, a pod nimi — listwy połączeniowe. Natomiast w górnej części stojaka z przodu znajdują się w dwóch rzędach listwy łączówkowe, a pod nimi — bezpieczniki.

Pola *32* do *30* są zajęte zestawami przekaźników wstępnego rejestru nakazów (*WRN*). W polach *29* i *28* znajdują się zestawy przekaźników rejestru nakazów (*RN*) dla jednego posterunku liniowego. Pozostałe posterunki liniowe mają przekaźniki rejestru nakazów rozmieszczone w dalszych polach, aż do *14* włącznie.

W polu *13* i *12* są rozmieszczone zestawy przekaźników sterowania miejscowymi urządzeniami zrk. Pola od *11* do *8* zawierają zestawy przekaźników kontroli wybieranych przebiegów (*KPW*), sterujących na planie świetlnymi lampkami, które sygnalizują wybierane przebiegi na poszczególnych posterunkach liniowych. Pola od *7* do *1* są wolne i stanowią rezerwę dla ewentualnej rozbudowy.

Stojak typu C ma również taką samą wysokość jak stojaki A lub B. W górnej, tylnej części stojaka znajdują się te same urządzenia co w stojakach typu A i B.

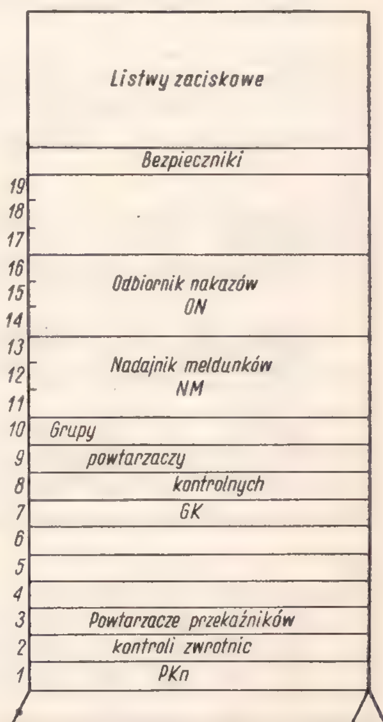
W górnej, przedniej stronie stojaka są umieszczone w dwóch rzędach listwy połączeniowe, a poniżej — bezpieczniki.

Górna część stojaka z przedniej strony obejmuje 6 listew połączeniowych (nie pokazanych na rysunku) oznaczonych od I do VI, z których każda zawiera po 60 zacisków śrubowych.

W poszczególnych polach stojaka C znajdują się zespoły przekaźników pamięciowych (ZP), przeznaczone dla poszczególnych posterunków liniowych. Wolne pola są przewidziane dla ewentualnej rozbudowy urządzeń.

Posterunki liniowe są wyposażone w stojak przekaźnikowy z odpowiedno rozmieszczoną aparaturą (rys. X-14).

Na posterunkach z jednym nadajnikiem meldunków stojak jest wyposażony w połączeniowe listwy zaciskowe III, IV i V. Posterunki z dwoma nadajnikami mają w stojaku cztery połączeniowe listwy zaciskowe III, VI, V i VI. Na listwie III znajdują się zaciski do włączania obwodów poszczególnych stopni



Rys. X-14. Rozmieszczenie na stojaku elementów dla stacji wykonawczej (liniowej)

rozdzielacza, obwodów otrzymania nakazów, linii oraz nadajnika meldunków.

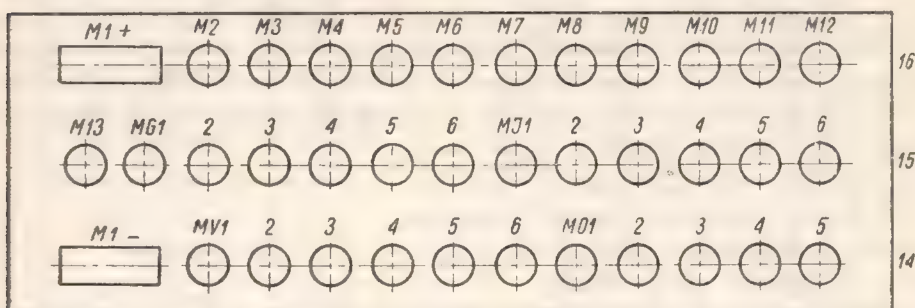
Listwa IV ma zaciski do włączania przewodów od przekaźników kontrolnych urządzeń zrk, zasilania powtarzaczy kontrolnych, wejścia i wyjścia linii itp.

Listwa V służy do zasilania prądem stałym aparatury znajdującej się na stojaku oraz obwodu liniowego. Są tu również zaciski do połączeń grup odbiorników nakazów i poszczególnych odbiorników nakazu oraz poszczególnych stopni rozdzielacza przekaźnikowego.

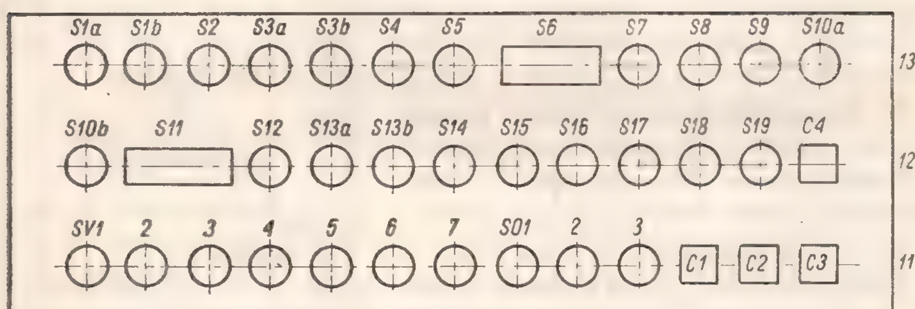
Do listwy VI są włączane odpowiednie układy zestyków przekaźników kontrolnych zwrotnic, obwodów torowych i zwrotnicowych, przekaźników kontrolnych świateł sygnałowych itp.

Pod listwami zaciskowymi znajdują się bezpieczniki, diody jarzeniowe, wyłącznik BK do odłączania nadajnika meldunków z linii oraz oporniki.

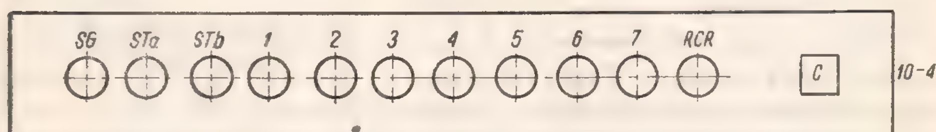
a



b



c



Rys. X-15. Rozmieszczenie przekaźników w zestawach zdalnego sterowania na stojaku przekaźnikowym dla stacji wykonawczej (liniowej)

a — odbiornik nakazów ON, *b* — nadajnik meldunków NM, *c* — grupa powtarzaczy kontrolnych GK

Pod bezpiecznikami znajduje się 19 pól przewidzianych do umieszczania w nich odpowiednich przekaźników.

Pola *19*, *18* i *17* są wolne (stanowią rezerwę) i nie mają listew dla przekaźników. Pola *16*, *15* i *14* (rys. X-15 a) zawierają zestawy przekaźników układu odbiornika nakazów (*ON*), a pola *13*, *12* i *11* (rys. X-15 b) — zestawy przekaźników nadajnika meldunków (*NM*).

W polach od *10* do *4* (rys. X-15 c) włącznie są umieszczone powtarzacze kontrolne (*GK*). Zespół powtarzaczy kontrolnych (*ZK*) zawiera 70 przekaźników, w tym 49 powtarzaczy.

W polu *3* znajdują się przekaźniki powtarzające stan przekaźników kontrolnych zwrotnicowych wraz z kondensatorami.

Reszta pól, aż do dołu stojaka, stanowi rezerwę.

XI. ŻARÓWKI STOSOWANE W URZĄDZENIACH ZRK

1. Charakterystyka żarówek

Źródłem światła w kolejowych urządzeniach sygnalizacji świetlnej są żarówki elektryczne; mają one różny kształt i budowę. Ze względu na stawiane wymagania i warunki pracy, do urządzeń zrk muszą być stosowane specjalne żarówki oświetleniowe. Odrębne właściwości żarówek używanych w nowoczesnej sygnalizacji świetlnej wynikają z konieczności przystosowania ich do szczególnych warunków, w jakich one pracują. Z tego względu żarówki powinny być odporne na drgania i wstrząsy powodowane pociągami przejeżdżającymi po sąsiednich torach kolejowych.

Żarówki stosowane w urządzeniach zrk składają się: z bańki, trzonka i włókna.

Bańki żarówek o kształcie kulistym lub cylindrycznym są wykonane z przezroczystego, bezbarwnego szkła. Szkło użyte na bańki powinno być bez wad, gdyż obniża to wartości świetlne żarówki.

Bańka jest osadzona dokładnie i trwale na trzonku za pomocą odpowiedniego spoiwa (kitu). Żarówki stosowane w komorach świetlnych semaforów i tarcz powinny wytrzymywać moment skręcający między bańką a trzonkiem, wynoszący do 30 kGm. W przeciwnym razie podczas wyjmowania żarówki z oprawki trzonek może się urwać lub może nastąpić uszkodzenie oprawki. Założenie nowej żarówki mogłoby spowodować wówczas odchylenie żarnika z ogniska, a w następstwie tego — ograniczenie widoczności sygnału.

Oprócz uszkodzenia trzonka lub oprawki może wystąpić skręcenie elektrod żarówki, a więc ich zwarcie, mogące spowodować nieobliczalne skutki, zwłaszcza jeżeli nastąpi to w semaforach świetlnych sygnalizujących jazdę ze zmniejszoną szybkością.

Trzonki żarówek mogą być gwintowane (trzonki Edisona) lub bagnetowe z zaczepami ustalającymi (trzonki Swana). Żarówki z trzonkami gwintowanymi stosuje się w urządzeniach, w których nie zachodzi obawa samoczynnego wykręcenia się żarówki z oprawy. Żarówki zaś z trzonkami bagnetowymi są używane w urządzeniach, w których może nastąpić przerwanie styku wskutek wstrząsów, np. w komorach świetlnych semaforów, tarcz ostrzegawczych i innych.

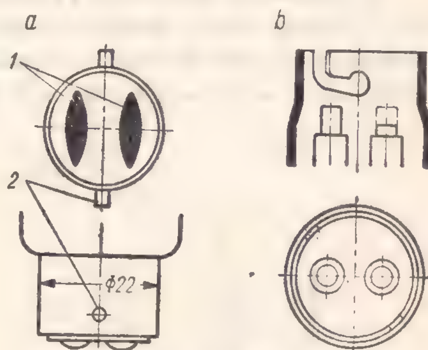
2. Konstrukcja żarówek

W żarówkach z trzonkami gwintowanymi prąd płynie od dolnej płytki trzonka przez włókno żarzące (żarnik) do gwintu metalowego.

Trzonki bagnetowe zamiast gwintu mają gładką powierzchnię walcową z 2 zaczepami, tzw. bagnetami (rys. XI-1). Zaczepy te — po włożeniu trzonka do specjalnej oprawki o odpowiednim kształcie — zahaczają o otwory oprawki i wskutek docisku sprężyn styków w oprawce zapewniają dobre i mocne połączenie żarówki z oprawką oraz należyte kontaktowanie styków doprowadzających prąd. Aby zapobiec niewłaściwemu umieszczeniu żarówki w oprawce, stosuje się trzonki umożliwiające zajęcie tylko jednego położenia.

Na spodzie trzonka są 2 płytki stykowe (rys. XI-1), doprowadzające do żarnika prąd, który przepływa przez 2 druciki stanowiące elektrody. Elektrody te są wtopione w nadlew tworzący całość z bańką żarówki i łączą końce żarnika zawieszonego na odpowiednich drucikach wsporczych, osadzonych w słupku szklanym.

Żarnik żarówki sygnalizacyjnej powinien mieć możliwie małe rozmiary, aby można go było umieścić dokładnie w ognisku układu soczewkowego. Z tego względu żarówki stosowane w sygnalizacji świetlnej wykonuje się na niskie napięcie 12 V, dzięki czemu żarnik może być stosunkowo krótki i z grubego włókna.



Rys. XI-1. Trzonek żarówki typu bagnetowego
a — trzonek żarówki, *b* — oprawka
1 — płytki stykowe, *2* — zaczepy

Żarnik jest wykonywany najczęściej z wolframu, który umożliwia wytwarzanie się energii świetlnej nawet przy najwyższej temperaturze żarzenia wynoszącej od 2400 do 2900 stopni Kelvina. Wolfram jest stosowany także i z tego względu, że w porównaniu np. z tantalem lub osmem cechuje go mniejsza odparowalność, a więc mniejsza możliwość rozkładania się żarzącego włókna w tak wysokiej temperaturze.

Aby zapobiec procesowi przyspieszonego przepalania się włókna żarnika, bańkę opróżnia się z powietrza. Mimo to z biegiem czasu następuje powolne odparowywanie metalu, w wyniku którego na ścianach bańki osadza się ciemny nalot zmniejszający jasność strumienia świetlnego.

Żarówki sygnałowe powinny wykazywać dużą sprawność, czyli przy stosunkowo małej mocy powinny dawać dość silny strumień świetlny.

Współczynnikiem dobroci żarówek nazywamy procentową liczbę żarówek z badanej partii świecących się normalną liczbę godzin, czyli mających normalną trwałość. Dla zapewnienia ciągłości działania urządzeń sygnalizacyjnych współczynnik dobroci żarówek powinien wynosić co najmniej 80%.

Należy pamiętać, że jakkolwiek podwyższenie napięcia w żarówce zwiększa strumień świetlny, to jednak znacznie zmniejsza trwałość żarówki.

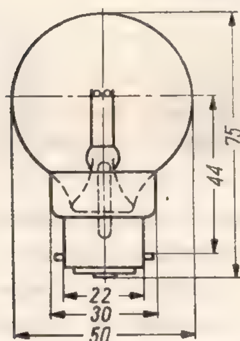
Doświadczalnie stwierdzono, że w razie podwyższenia napięcia o 10% pobór mocy wzrasta o około 16%, strumień świetlny zwiększa się o około 38%, sprawność świetlna zwiększa się o około 19%, lecz trwałość żarówki obniża się o około 72%; natomiast przy obniżeniu napięcia o 10% pobór mocy zmniejsza się o około 13%, strumień świetlny maleje o około 30%, sprawność świetlna obniża się około 19%, lecz trwałość żarówki wzrasta ponad czterokrotnie.

3. Rodzaje żarówek używanych w sygnalizacji kolejowej

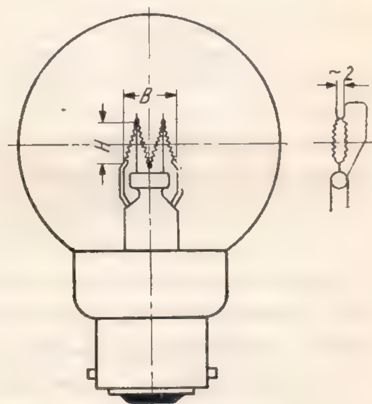
W urządzeniach sygnalizacji srk są stosowane różne typy żarówek (tabl XI-1).

Do semaforów, tarcz ostrzegawczych, manewrowych i zaporowych w nowszym wykonaniu używane są żarówki, których napięcie nominalne wynosi 12 V, a moc 24 W. Bańka żarówki ma kształt kuli o średnicy 50 mm (rys. XI-2).

W komorach czerwonego i pomarańczowego światła semaforów, pomarańczowego światła tarcz ostrzegawczych zasadniczego znaczenia oraz niebieskiego światła tarcz manewrowych i czerwonego światła tarcz zaporowych (w nowszym wykonaniu) są stosowane żarówki dodatkowe na napięcie 12 V, o mocy 12 W.



Rys. XI-2. Żarówka sygnalizacyjna do semaforów i tarcz o mocy 24 W (12 W) i 12 V



Rys. XI-3. Żarówka do tarcz rozrządowych i zaporowych starszego typu
B — szerokość żarnika żarówki, *H* — wysokość żarnika

Do tarcz zaporowych i rozrządowych starego typu używane są żarówki przedstawione na rysunku XI-3, przystosowane na napięcie od 55 do 60 V i moc 25 W. Bańka żarówki ma kształt kuli o średnicy 50 mm.

Do tarcz rozrządowych są stosowane także żarówki na napięcie od 220 do

Tablica XI-1

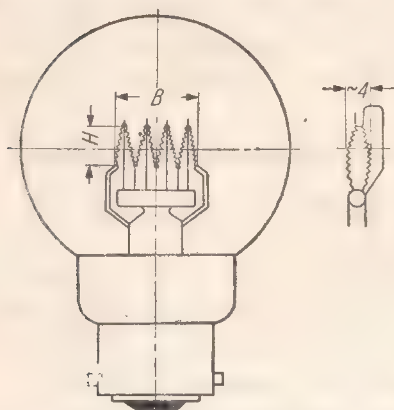
Rodzaje żarówek stosowanych w urządzeniach

Typ żarówki	Nominalne napięcie [V]	Nominalne moc [W]	Całkowita wysokość żarówki [mm]	Średnica bańki [mm]	Wysokość zawieszenia żarnika [mm]	Wymiary spirali: H wysokość [mm]	Wymiary spirali: B szerokość [mm]	Typ trzonka	Sprawność [lm/W]	Trwałość [h]	Rysunek	Uwagi
I	12	24	75	50	44	3,5	5	bagnetowy	14,6	1000	XI—2	Bańka kulista przezroczysta
II	12	12	75	50	44	3	4,5	”	10	1000	XI—2	”
III	55÷60	25	75	50	44	7	10	”	7,5÷9,3	1000	XI—3	”
IV	220÷230	25	75	50	44	10	15	”	7,25÷7,9		XI—4	”
V	55÷60	15	107	38				”			XI—5	Nie używane w układach soczewkowych
VI	6	1,26	29	10				gwintowany karzełkowy			XI—6a	Bańka cylindryczna
VII	24÷30 110	3 15	 17,5					”			XI—6b	Bańka cylindryczna
VIII	3÷60	0,9						blaszki wtykowe			XI—6c	Bańka wydłużona

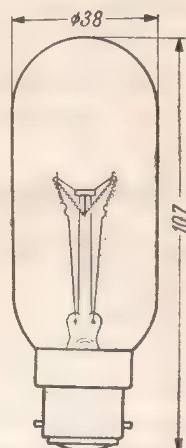
230 V, o mocy 25 W (rys. XI-4). Kształt i wymiary bańki są takie same, jak żarówek poprzednio opisanych.

Żarówki przedstawione na rysunkach XI-3 i XI-4 nie są używane w układach optycznych złożonych z podwójnych soczewek.

Do oświetlenia zwrotnic i wskaźników stosuje się żarówki na napięcie od 55 do 60 V, o mocy 15 W. Przezroczysta bańka ma kształt podłużny o średnicy 38 mm. Całkowita długość żarówki wynosi 107 mm (rys. XI-5).



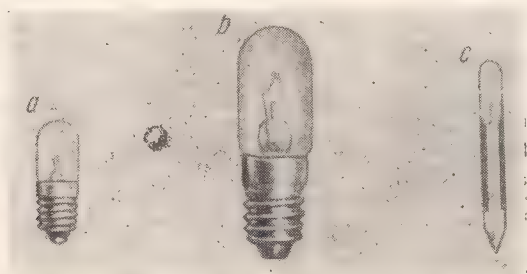
Rys. XI-4. Żarówka do tarcz rozrządowych na napięcie 220 V



Rys. XI-5. Żarówka używana do oświetlenia zwrotnic i wskaźników

Do powtarzaczy i świateł kontrolnych stosuje się żarówki na napięcie 6 V o mocy 1,26 W. Żarówka taka (rys. XI-6a) ma cylindryczny kształt bańki o średnicy 10 mm i jest wyposażona w gwintowany trzonek karzełkowy. Całkowita długość żarówki wynosi 29 mm.

W nastawnikach miejscowych do zwrotnic, wykolejnic i zapór drogowych jest używana żarówka o cylindrycznym kształcie bańki, której średnica wynosi 17,5 mm (rys. XI-6b). Żarówka ta ma gwintowany trzonek o średnicy 14 mm i jest przystosowana na napięcie od 24 do 30 V, moc 3 W. Inny typ żarówki stosowany do tych celów ma moc 15 W i jest przystosowany na napięcie 110 V.



Rys. XI-6. Różne typy żarówek

a — do powtarzaczy i świateł kontrolnych, *b* — do lokalnych nastawników, *c* — typu telefonicznego, używane do powtarzaczy świetlnych w urządzeniach przekaźnikowych

Do planów świetlnych, powtarzaczy i świateł kontrolnych są używane — oprócz wymienionych — inne jeszcze rodzaje żarówek, których bańki mają kształt kulisty bądź cylindryczny. Najczęściej używane są żarówki typu telefonicznego z długimi blaszkami stykowymi (rys. XI-6c), przystosowane na różne napięcia od 3 do 30 V, przy poborze prądu o natężeniu od 290 do 40 mA.

W nastawnicach pulpitowych kostkowych są stosowane żarówki typu telefonicznego na napięcie 24 V (do oświetlania szczelin); powtarzacze są oświetlane żarówkami o napięciu 4, 6 lub 12 V.

Na bańce lub na trzonku każdej żarówki powinno być podane znamionowe napięcie w woltach, znamionowa moc w watach oraz znak wytwórni i data produkcji (cyfra kwartału i ostatnie cyfry roku).

Żarówki stosowane w samoczynnej sygnalizacji przejazdowej mają odmienną konstrukcję. Są to żarówki typu cylindrycznego, które charakteryzują się tym, że ich żarniki są umieszczone mimośrodowo w stosunku do osi bańki szklanej. Dzięki temu można umieścić obok siebie dwie żarówki, w odległości żarników nie przekraczającej 15 mm.

Ponieważ rzeczywista ogniskowa nie jest punktem, oba więc żarniki znajdują się w ogniskowej. Jeżeli natężenie strumienia świetlnego dwóch żarówek przyjmiemy za 100%, to świecąca się jedna żarówka daje strumień świetlny nie mniejszy niż 70% strumienia pochodzącego od obu świecących się żarówek.

Użycie takich żarówek ma na celu zapewnienie użytkownikom drogi informacji o zbliżającym się pociągu, nawet w razie przepalenia się jednej z żarówek.

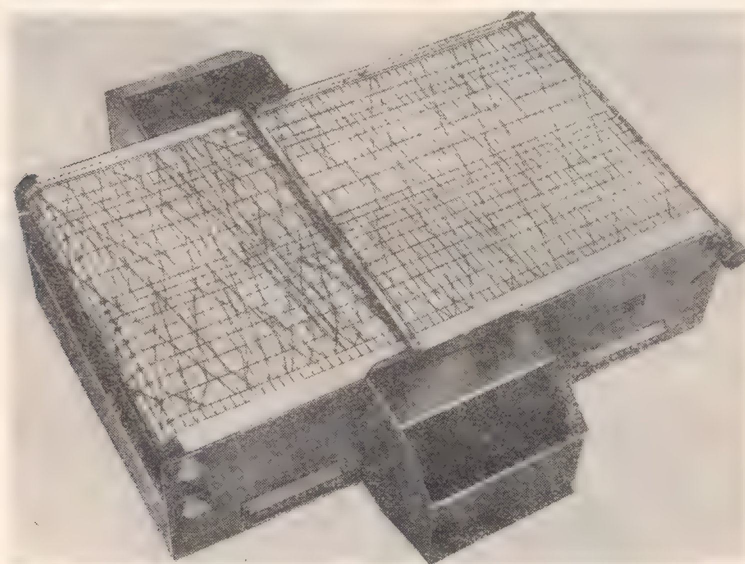
W zależności od rodzaju i miejsca stosowania żarówek są one wymieniane w okresach od 40 dni do 1 roku pracy. Dokładne zasady wymiany żarówek są podane w przepisach dotyczących utrzymania urządzeń zrk.

XII. APARATURA SAMOPISZĄCA I INFORMACYJNA

1. Pociągopis

Dyspozytor lub dyżurny ruchu centralnej nastawni obsługujący urządzenia zdalnego sterowania powinien być stale informowany o stanie zajętości odcinków izolowanych podległych mu szlaków. Informacje te na niektórych liniach kolejowych przekazywane są za pomocą telefonów; a sytuacje o prowadzeniu ruchu wykonywane są ręcznie w formie wykresów jazdy pociągów. Obecnie coraz częściej stosuje się urządzenie do samoczynnego kreślenia rzeczywistego ruchu pociągów, nazywane p o c i ą g o p i s e m.

Przy urządzeniach zdalnego sterowania znajduje zastosowanie pociągopis, który z założoną taśmą papierową pokazany jest na rysunku XII-1.

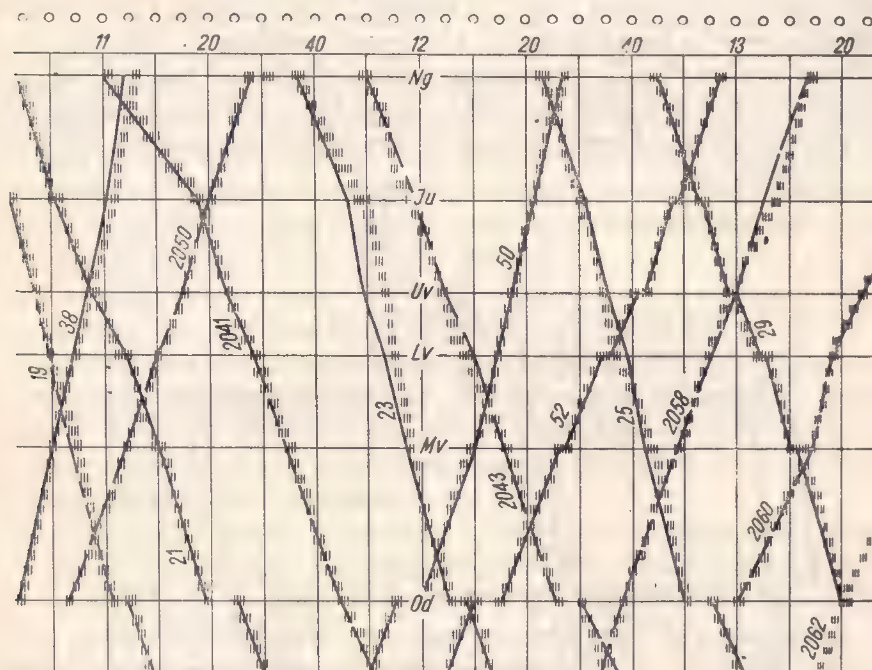


Rys. XII-1. Zewnętrzny widok pociągopisu (trasograf)

Pociągopis stanowi urządzenie, które wykonuje samoczynnie rzeczywiste wykresy jazdy pociągów na wykresie teoretycznym, ustalonym dla danej linii (rys. XII-2).

Wymiary zewnętrzne obudowy pociągopisu wynoszą: długość 660 mm, szerokość — 640 mm i wysokość — 220 mm.

Wnętrze obudowy pociągopisu jest zakryte dwiema metalowymi pokrywkami pokrytymi białą emalią, po których przesuwa się taśma papierowa szerokości 352 mm. Pokrywki emaliowane są odpowiednio poliniowane i oznaczone literami



Rys. XII-2. Wykres rzeczywisty jazdy pociągów wykonany na wykresie teoretycznym

zgodnie z nazwami poszczególnych stacji podporządkowanych stacji centralnej, na której jest zainstalowany pociągopis.

Osobny płaskownik metalowy obejmuje taśmę papierową w poprzek, a więc pod kątem 90° do kierunku ruchu taśmy. Płaskownik ten stanowi podstawę układu stemplowania taśmy papierowej od spodu. Stemplowanie to odbywa się za pomocą specjalnych młoteczków elektromagnetycznych, znajdujących się wewnątrz obudowy pod metalowym płaskownikiem.

Zasadniczymi częściami pociągopisu (rys. XII-3) są:

— mechanizm napędowy przesuwający papier z naniesionym teoretycznym wykresem jazdy pociągów,

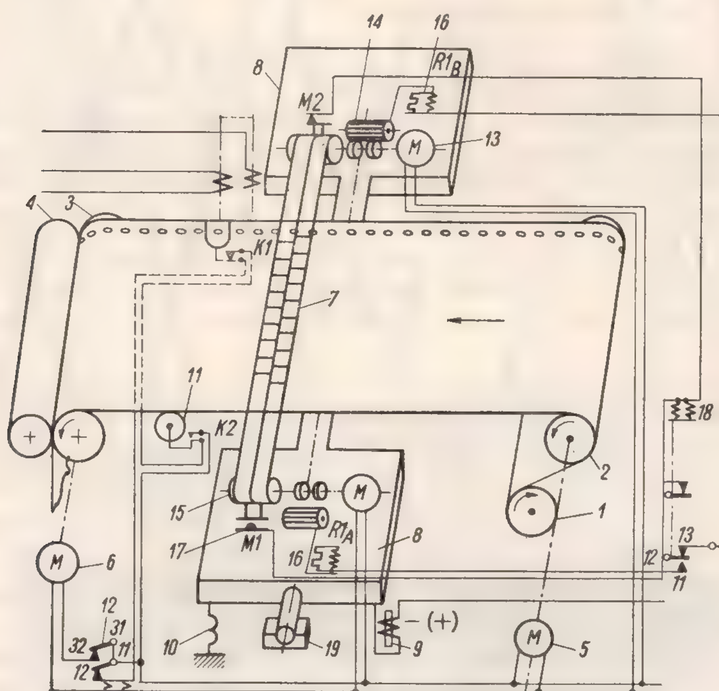
— mechanizm drukujący złożony z młoteczków elektromagnetycznych, wykonujących rzeczywiste wykresy jazdy pociągów.

Cienka taśma papierowa nawinięta na wałek *1* przesuwa się po powierzchni pokrywek emaliowanych, lecz pod płaskownikiem metalowym. Wałek napędowy *2* wyciąga z kasety taśmę, która jest kierowana przez wałek prowadzący *3* do kasety znajdującej się z lewej strony obudowy. Wałek *4* dociska taśmę do wałka *3*

po zamknięciu kasety, powodując wstępne wygładzanie taśmy na płytkach emaliowanych.

Silnik *5* napędza wałek *2* z prędkością obwodową 1 mm/min, natomiast silnik *6* porusza wałek *3* z prędkością obwodową 3 mm/min. Różnica prędkości obwodowych zapewnia właściwe wygładzenie i naciągnięcie taśmy papierowej z siłą wynoszącą około 200 G.

Jeśli zmniejszy się naciąg taśmy, to zestyki *K1* i *K2* zostaną zwarte wskutek zmniejszenia nacisku taśmy na krążki *11*. Zwarcie zestyków *K1* i *K2* spowoduje wzbudzenie przekaźnika *12* włączającego zestykami *31—32* zasilanie silnika *6*. Uruchomiony silnik *6*, napędzając wałek *3* powoduje wyrównanie i naciągnięcie taśmy papierowej. Zwiększenie naciągu taśmy powoduje nacisk na krążki *11*,



Rys. XII-3. Ogólny widok wnętrza pociągopisu

(czujnik nacisku taśmy papierowej), a te z kolei rozwierają zestyki *K1* i *K2*, powodując zwolnienie przekaźnika *12* i wyłączenie silnika *6*.

Stemplowanie taśmy papierowej jest wykonywane za pomocą drukujących młoteczków elektromagnetycznych. Układ stemplujący ma tyle młoteczków elektromagnetycznych, ile jest odcinków izolowanych na danym odcinku linii; najwięcej jednak wynosi 56 jednostek.

Młoteczek elektromagnetyczny jest wykonany w kształcie dźwigienki dwuramiennej, której jedno ramię stanowi kotwicę elektromagnesu, a drugie — właściwy młoteczek drukujący. Przepływ prądu przez cewkę młoteczka elektromagnetycznego powoduje przyciągnięcie kotwicy (ramienia dźwigienki), której drugie

ramię uderzy w taśmę tuszową i odbije kreskę na taśmie papierowej. Odbijane kreski na taśmie papierowej widoczne są od góry. Przerwa prądu powoduje powrót młoteczka do stanu zasadniczego pod wpływem działania sprężyny odciągowej. Taśma papierowa zaś powolnym ruchem przesuwa się dalej w prawo.

Młoteczki elektromagnetyczne drukujące *7* są rozmieszczone po obu stronach taśmy tuszowej w poprzek obudowy metalowej na odpowiedniej podstawie.

Każdy z młoteczków elektromagnetycznych jest związany z odpowiednim punktem oddziaływania, który stanowi odcinek izolowany w torze danej linii kolejowej. Jeżeli na danym odcinku izolowanym znajduje się pociąg, to młoteczek działa z odpowiednimi przerwami, powodując za każdym razem odbicie następnej kreski i będzie się to powtarzało aż do momentu opuszczenia odcinka izolowanego przez pociąg. W urządzeniach stosowanych na PKP odstępy czasu zadziałania młoteczka przynależnego danemu odcinkowi izolowanemu wynoszą około 30 sekund.

Dzięki temu wykres rzeczywisty ruchu pociągów nie jest wykonany pojedynczymi liniami, lecz zespołami krótkich kreseczek (rys. XII-2).

Taśma tuszowa jest przesuwana między kasetami *8* umieszczonymi naprzeciw siebie i przymocowanymi do dłuższych ścian na zewnątrz obudowy, podobnie jak ma to miejsce w maszynach do pisania. Każda kaseta zawiera silnik *13* poruszający za pośrednictwem przekładni ślimakowej i sprzęgła ciernego *14* szpulę *15*, służącą do nawijania taśmy tuszowej.

Dla bardziej wyraźnego obrazu można używać dwubarwnej taśmy tuszowej, przy czym trasy pociągów nieparzystych mogą być wykonywane np. kolorem czerwonym, a trasy pociągów parzystych — np. kolorem niebieskim. Musiałby tu być zastosowany dodatkowy mechanizm, potrzebny do podstawiania odpowiedniej barwy taśmy pod młoteczki.

Kierunek obrotów silników dla taśmy tuszowej w obu kasetach jest dostosowany do kierunku nawijania taśmy na szpulach, jednakże włączenie jednej z nich jest uzależnione od dociśnięcia odpowiedniego sprzęgła ciernego.

Sprzęgłem ciernym *14* steruje elektromagnes *16*, który podczas pracy silnika powoduje dociśnięcie sprzęgła i sprzęgnięcie szpuli *15* z silnikiem. Zasilanie elektromagnesu *16* dokonuje się za pośrednictwem zestyku *17* kontrolującego nawinięcie taśmy tuszowej i sterującego przekaźnikiem *18*, służącym do zmiany kierunku ruchu taśmy tuszowej.

Gdy szpula przednia zostanie całkowicie nawinięta taśmą, wówczas zestyk *17* (*M1*) zostanie zwarty i włączy zasilanie przekaźnika *18*, którego zestyk zamyka obwód elektromagnesu *16* ($R1_B$). Dzięki temu sprzęgło *14* spowoduje uruchomienie szpuli tylnej, która z kolei będzie nawijała taśmę tuszową. Po nawinięciu całej szpuli zestyk *M2* zostanie zwarty i zbocznikuje uzwojenie przekaźnika *18*. Rozewrze się wówczas zestyk *M1* sterowany przednią szpulą. Przekaźnik *18* przejdzie w stan bierny i zestykiem *12—11* przełączy zasilanie do elektromagnesu *16* ($R1_B$). To spowoduje zluzowanie sprzęgła tylnej szpuli i dociśnięcie sprzęgła przedniej szpuli. Nastąpi zmiana kierunku ruchu i rozpocznie się nawijanie taśmy na pustą szpulę w przeciwległej kasecie.

Obie kasety są osadzone na osi *19*, która jest przystosowana do przechylania się o kilka stopni pod wpływem działania elektromagnesu *9* przeznaczonego do zmiany barwy taśmy. Sprężyna stabilizacji kasety *10* utrzymuje kasety w położeniu zasadniczym.

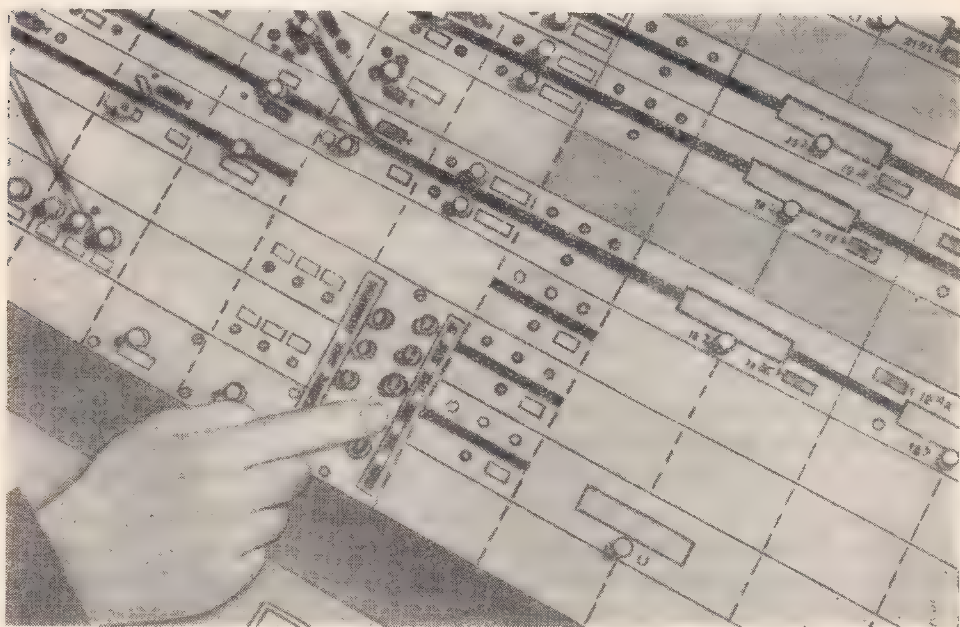
Silniki pociągopisu są zasilane impulsami oddzielnego źródła prądu nadawanymi w odstępach sekundowych, np. z elektrycznego zegara-matki. Aparatura pociągopisu jest wyposażona w nadajnik impulsów sterowany zewnętrznym źródłem o innej częstotliwości, np. z sieci zegarowej co 1 minutę.

2. Numerator pociągów

Dla ułatwienia pracy dyspozytorów i (dyżurnemu ruchu) w czasie kierowania ruchem pociągów na szlaku za pomocą urządzeń zdalnego sterowania, stało się konieczne dokładniejsze przekazywanie informacji, dotyczących numerów pociągów kursujących na danym szlaku.

Z numeru pociągu dyspozytor (dyżurny ruchu) może uzyskać wystarczające informacje dotyczące np. rodzaju pociągu, kierunku jazdy tego pociągu, stacji docelowej itp.

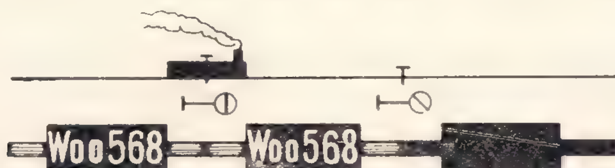
Zagadnienie to zostało rozwiązane przez zastąpienie telefonicznego podawania numerów pociągów urządzeniem awizacji numerów pociągów. Są to tzw. numeratory pociągów, za pomocą któıych są podawane wiadomości o numerach pociągów dojeżdżających do stacji oraz nadawane numery pociągom odjeżdżającym. Informacja podająca, gdzie i jaki pociąg się znajduje, może być przesyłana za pomocą wskaźników świetlnych albo samoczynnie drukowana na taśmie.



Rys. XII-4. Plan świetlny z okienkami ukazującymi numery jadących pociągów

Dyspozytor (dyżurny ruchu) wyprawiając pociąg ze stacji centralnej lub ze stacji granicznej obszaru objętego zdalnym sterowaniem wybiera numer pociągu, np. za pomocą tarczy numerowej lub nastawnika przyciskowego z przyciskami wyznaczającymi litery lub cyfry, i numer ten zostanie podany na pierwszy izolowany odcinek szlakowy widoczny na planie świetlnym. Gdyby numer nadany okazał się błędnym, można go skasować i nadać ponownie inny, właściwy numer. Wybrany numer zostaje przekazany na linię przez naciśnięcie przycisku startowego. Nadany numer pociągu ukazuje się jednocześnie na wyświetlaczu kontrolnym w nastawni (rys. XII-4).

Nadany numer przenosi się również na odpowiednie układy przekaźników torowych blokady samoczynnej. W miarę poruszania się pociągu zajmującego kolejne odcinki izolowane (rys. XII-5) numer pociągu może się przesuwać również wzdłuż planu świetlnego po izolowanych odcinkach stacji lub po wjeździe pociągu na stację numer jego może zostać wyświetlony na planie świetlnym.

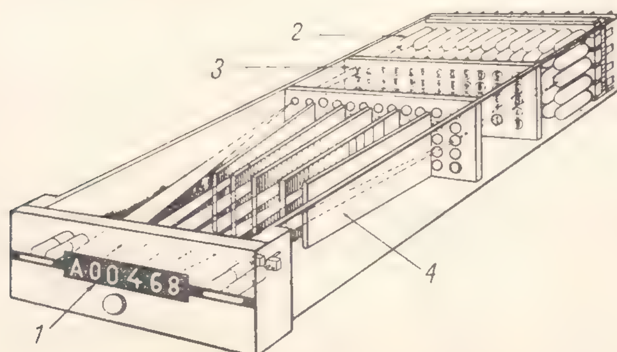


Rys. XII-5. Wskazania wyświetlaczy w czasie jazdy pociągów

Gdy linia kolejowa nie jest wyposażona w blokadę samoczynną, wówczas numer pociągu może być nakręcony tarczą numerową lub nadany za pomocą nastawnika przyciskowego ze stacji, z której pociąg wyjeżdża, i powinien ukazać się wprost na planie świetlnym stacji, do której został skierowany.

W numeratorze pociągów podstawowym elementem jest wyświetlacz numerów, który powinien być tak dopasowany i wmontowany w pulpit nastawnicy, aby był dobrze widoczny z miejsca pracy dyspozytora.

Na rysunku XII-6 jest pokazany wyświetlacz numerów pociągów konstrukcji



Rys. XII-6. Wyświetlacz numerów

1 — matowa szyba w płaszczyźnie pulpitu nastawczego, *2* — lampki, *3* — płytka z cyframi, *4* — komory sygnałowe

Siemensa, na którym można podawać sześciocyfrowy numer pociągu. Wyświetlacz taki jest wyposażony w 60 żarówek.

Strumień świetlny każdej żarówki jest kierowany przez układ skupiający na przesłonę w kształcie cyfry i dalej przez układ optyczny na matową szybkę, gdzie może się wyświetlić odpowiedni dobrze widoczny znak, złożony z kilku cyfr lub liter.

Zespoły wybierania, rejestrowania i przekazywania numerów są wykonane z odpowiedniej liczby przekaźników lub elementów elektronicznych. Do wyświetlania numerów pociągów może być stosowana neonowa lampa nadistronowa, mająca dziesięć anod w kształcie cyfr od 0 do 9, które są centrycznie umieszczone w stosunku do osi lampy w odległości 1 mm od siebie.

Napięcie 170÷220 V prądu stałego włączone między katodę i jedną z dziesięciu anod powoduje wyświetlenie odpowiedniej cyfry.

XIII. NASTAWNICE PRZEKAŹNIKOWE

1. Właściwości nastawnic przekaźnikowych

W warunkach eksploatacyjnych stwierdzono przewagę nastawnic przekaźnikowych nad nastawnicami mechanicznymi i elektrycznymi z zależnościami suwakowymi.

W nastawnicach przekaźnikowych wszystkie zależności między zwrotnicami a urządzeniami sygnalizacyjnymi są wykonane tylko elektrycznie — za pomocą przekaźników.

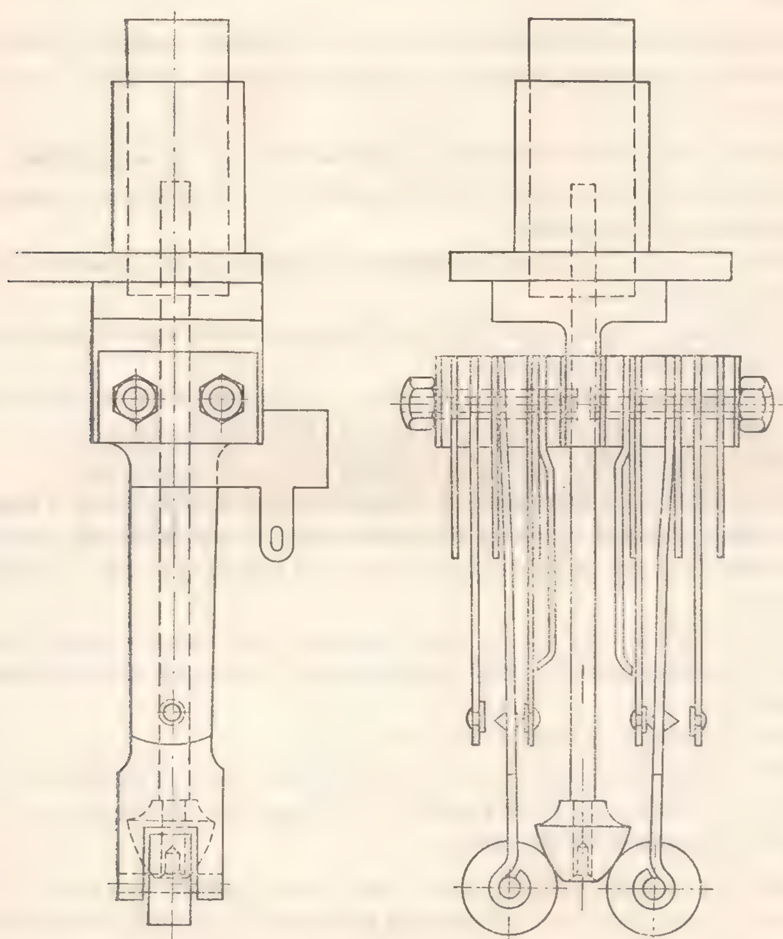
Zasadnicze właściwości nastawnic przekaźnikowych są następujące:
- niewielkie rozmiary pulpitów, co pozwala ustawiać je nawet w niewielkich pomieszczeniach nastawni;
- dogodna i prosta obsługa przyrządów sterowniczych umieszczonych na pulpicie nastawczym;
- skrócenie czasu nastawiania dróg przebiegu wskutek ograniczenia manipulacji na pulpicie nastawczym;
- brak mechanicznych zamknięć w dźwigienkach i przyciskach nastawczych, dzięki czemu mogą one być użyte w każdej chwili; użycie ich może być jednak skuteczne tylko wtedy, gdy na to pozwolą zależności elektryczne;
- możność ustawienia zasadniczych elementów współpracujących z nastawnicami, np. przekaźników, transformatorów itp., w odpowiednich pomieszczeniach nastawni lub w sąsiedztwie zwrotnic i semaforów, np. w szafach torowych;
- łatwość dostosowywania i łączenia nastawnic przekaźnikowych z urządzeniami blokady samoczynnej wskutek zastosowania takich samych elementów i aparatury;
- oszczędność stali i materiałów budowlanych;
- możliwości znacznego obniżenia kosztów obsługi nastawnicy (pomimo wzrostu kosztów utrzymania) przez zwiększanie okręgów nastawczych, aż do objęcia jednym okręgiem całej stacji.

Nastawnica przekaźnikowa składa się z pulpitu nastawczego i planu świetlnego, które mogą stanowić 2 oddzielne części bądź tworzyć całość.

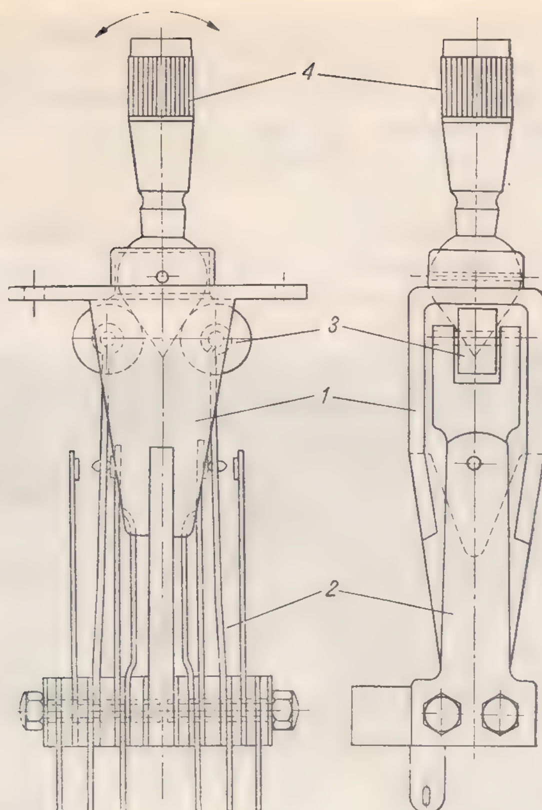
Pulpit nastawczy stanowi część składową nastawnicy; umieszczone są na nim różne elementy, używane do nastawiania urządzeń przynależnych do nastawni, w której znajduje się nastawnica. Liczba tych elementów zależy od wielkości nastawnicy i potrzeb ruchowych; ponadto musi zapewniać dogodną obsługę nastawnicy i łatwą obserwację poszczególnych elementów, bez zbytniego wysiłku wzrokowego.

Zasadniczymi elementami w starszym wykonaniu umieszczonymi na pulpicie nastawczym są przyciski (rys. XIII-1) bądź dźwigienki nastawcze (rys. XIII-2). Przewaga jednego z tych elementów decyduje o nazwie pulpitu nastawczego: przyciskowy lub dźwigienkowy.

Przyciski i dźwigienki umieszczone na pulpitach nastawczych mogą być dwu- i trzypołożeniowe. Ponadto przyciski mogą być stabilne, niestabilne (zwrotne) plombowane i zatrzaskowe, a dźwigienki przechylne (rys. XIII-2) lub obrotowe (rys. XIII-3). Przyciski i dźwigienki trzypołożeniowe mogą być tak skonstru-

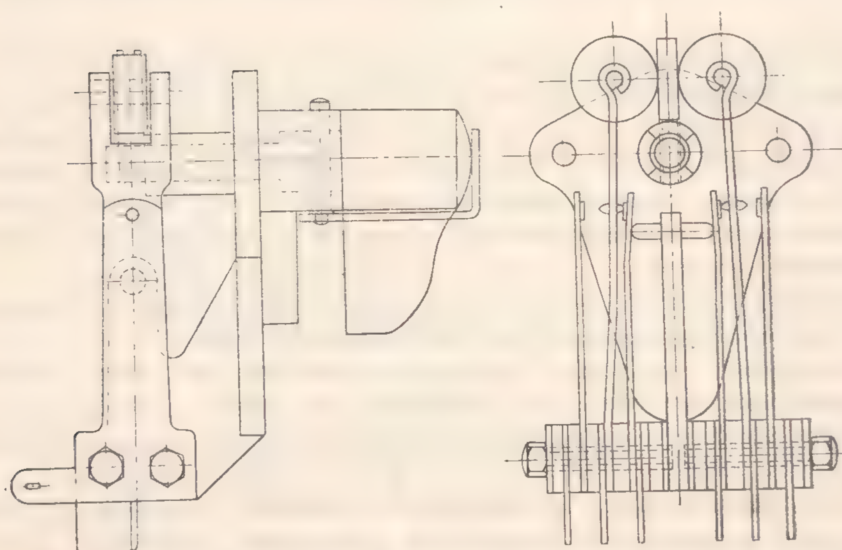


Rys. XIII-1. Przycisk nastawczy w starszym wykonaniu



Rys. XIII-2. Dźwigienka przechylna w starszym wykonaniu

1 — wspornik, *2* — sprężyny stykowe, *3* — rolki sterujące, *4* — dźwigienka



Rys. XIII-3. Dźwigienka obrotowa

owane, że w jednym położeniu przełożonym mogą być stabilne, a w drugim — zwrotne.

Z pulpitu nastawczego mogą być nastawiane: zwrotnice, wykolejnice, semafory, tarcze, urządzenia blokady stacyjnej i liniowej itp.

O położeniu, w jakim znajduje się urządzenie, obsługujący jest informowany wskazaniami na planie świetlnym.

Pulpit nastawczy stanowiący całość z planem świetlnym (rys. XIII-4) ma elementy nastawcze rozmieszczone w odpowiednich punktach planu, stosownie do rozmieszczenia nastawianych w terenie urządzeń.



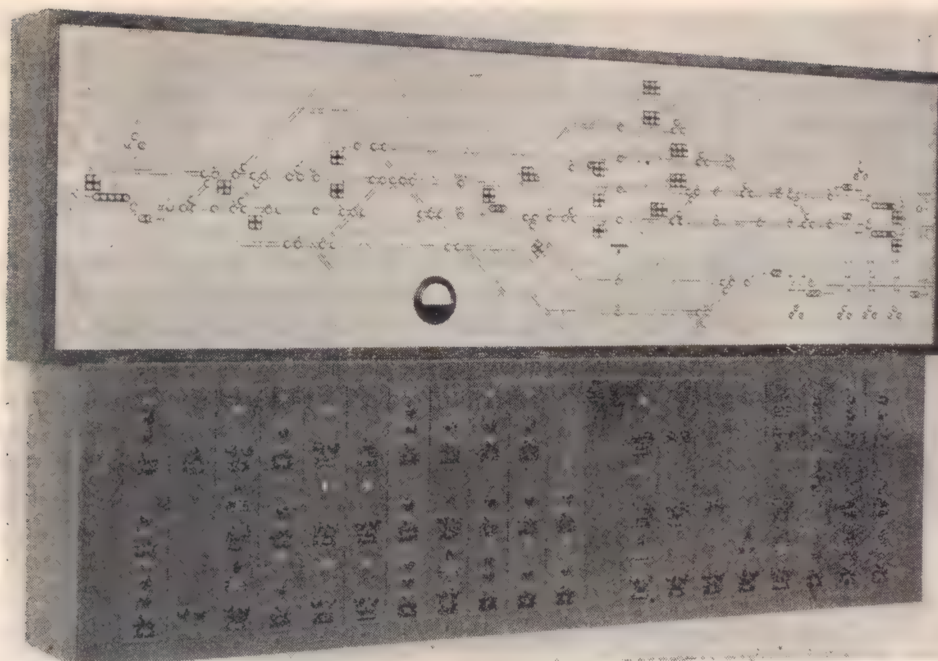
Rys. XIII-4. Nastawnica przekaźnikowa z pulpitem nastawczym, stanowiącym całość z planem świetlnym

Jeżeli pulpit nastawczy stanowi oddzielną część nastawnicy i plan świetlny znajduje się bezpośrednio nad nim (rys. XIII-5), to elementy nastawcze są rozmieszczone w ustalony sposób na pulpicie pod planem świetlnym, w punktach odpowiadających miejscom umieszczenia na planie nastawianych urządzeń. Pulpit nastawczy może się znajdować również w pewnej odległości od planu świetlnego, przy czym rozmieszczenie elementów nastawczych jest podobne do poprzednio opisanego.

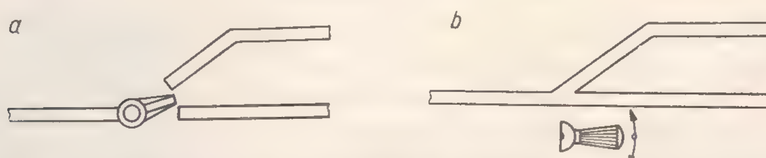
Na pulpicie nastawczym przyciski nastawcze mogą być umieszczone w punkcie odpowiadającym zwrotnicy lub obok niego (rys. XIII-6).

Przechylenie dźwigienki zwrotnicowej powoduje nastawienie zwrotnicy w żądane położenie. Jeżeli przechylimy dźwigienkę w stronę położenia, w którym zwrotnica już się znajduje, to nie nastąpi żadna zmiana w położeniu tej zwrotnicy.

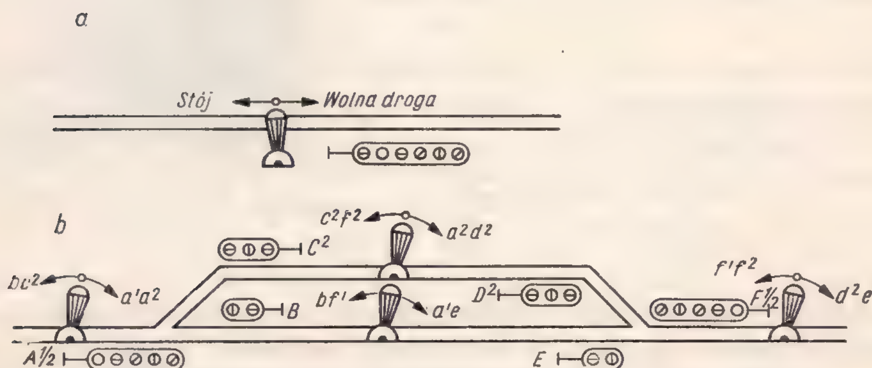
Nastawianie sygnałów na semaforach i tarczach odbywa się za pomocą dźwigienek umieszczonych zwykle obok powtarzacza sygnałowego, na torach planu schematycznego albo tuż obok nich (rys. XIII-7).



Rys. XIII-5. Nastawnica przekaźnikowa z pulpitem nastawczym znajdującym się pod planem świetlnym



Rys. XIII-6. Dźwigienki nastawcze zwrotnicowe umieszczone na pulpicie nastawczym
a — u zbiegu linii przedstawiających tory, *b* — obok tych linii

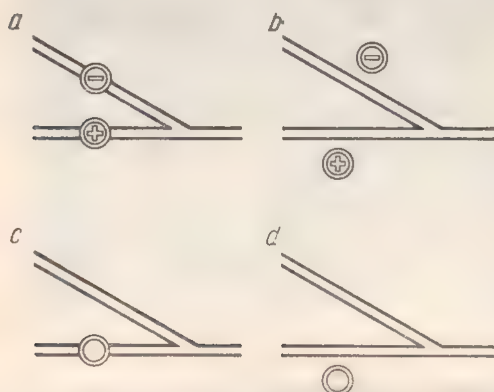


Rys. XIII-7. Rozmieszczenie dźwigienek nastawczych semaforów na planie schematycznym
a — obok powtarzacza semafora, *b* — na liniach przedstawiających tory stacyjne

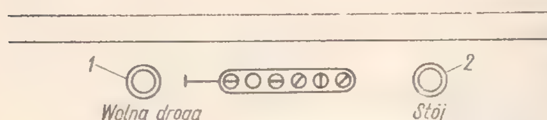
Dźwigienki sygnałowe są zwykle trzypołożeniowe, przy czym przechylenie ich w jedną stronę, np. w kierunku jazdy pociągu, powoduje nastawienie na semaforze sygnałów zezwalających, a przechylenie w kierunku przeciwnym — sygnału „Stój" (rys. XIII-7a).

Jeżeli nastawnica jest przystosowana do samoczynnego nastawienia przebiegów, to powinny być naciśnięte dwa przyciski lub przechylone 2 dźwigienki, jedna przewidziana dla toru, z którego ma się odbyć przebieg, a druga dla toru, na który przebieg się odbędzie. Po przechyleniu tych dźwigienek lub naciśnięciu przycisków następuje samoczynne nastawienie przebiegu i ukazanie się na odpowiednim semaforze sygnału zezwalającego na jazdę. Na przykład przechylenie dźwigienki a^1a^2 i a^1e (rys. XIII-7b) powoduje zaświecenie się na semaforze wjazdowym $A^1/_2$ świateł zezwalających na jazdę pociągu.

Pulpity nastawcze z przyciskami mogą mieć zwrotnice z 2 przyciskami umieszczonymi w liniach torów odpowiadających torom zwrotnicy lub też obok nich (rys. XIII-8). Inne rozwiązanie stanowi jeden przycisk umieszczony na linii jednego toru lub obok niego. Naciśnięcie przycisku pojedynczego powoduje



Rys. XIII-8. Rozmieszczenie przycisków zwrotnicowych na planie świetlnym
a — dwa na liniach torowych, *b* — dwa obok linii torowych, *c* — jeden na linii torowej, *d* — jeden obok linii torowej



Rys. XIII-9. Dwa przyciski semafora
1 — do nastawiania sygnałów zezwalających, *2* — do nastawiania sygnału „Stój"



Rys. XIII-10. Trzypołożeniowy przycisk nastawczy zwrotny

nastawienie się zwrotnicy w drugie położenie, przeciwne do tego, w którym zwrotnica znajdowała się w chwili naciśnięcia przycisku.

Do obsługi semaforów w urządzeniach starszych typów są używane 2 przyciski, które umieszcza się przy powtarzaczu sygnałowym. Jeden przycisk służy

do nastawiania na semaforze sygnałów zezwalających, a drugi — sygnału „Stój" (rys. XIII-9).

W nastawnicach, w których pulpit nastawczy znajduje się w pewnej odległości od planu świetlnego, dźwigienki lub przyciski mogą być grupowane oddzielnie dla zwrotnic, sygnałów, przebiegów, bloków i do nastawiania samoczynnych przebiegów (rys. XIII-5).

W najnowszych urządzeniach stosuje się przyciski trzypołożeniowe (rys. XIII-10). Naciśnięcie trzypołożeniowego przycisku powoduje po nastawieniu przebiegu wyświetlenie na semaforze sygnału zezwalającego, a wyciągnięcie przycisku — sygnału „Stój".

Są stosowane również nastawnice przekaźnikowe, na pulpicie których znajduje się zaledwie kilka lub kilkanaście przycisków. W nastawnicach tego typu są stosowane kody składające się z pewnego układu impulsów prądu. Po naciśnięciu każdy z przycisków włącza inny impuls. Użycie kilku przycisków w pewnej kolejności tworzy kod powodujący nastawienie określonej zwrotnicy, semafora lub całego przebiegu.

2. Nastawnice przekaźnikowe typu E stosowane na PKP

Na PKP są stosowane nastawnice przekaźnikowe, które mają pulpit nastawczy wykonany wspólnie z planem świetlnym.

W stosowanych pierwotnie na PKP typach nastawnic przekaźnikowych występują rozwiązania polegające na oddzielnym wykonaniu pulpitu nastawczego i planu świetlnego (rys. XIII-11). Pulpit nastawczy jest wykonany w kształcie biurka, na którym są rozmieszczone elementy nastawcze.

Taki pulpit nastawczy składa się z części środkowej i 2 części bocznych, symetrycznie ustawionych po obu stronach części środkowej (rys. XIII-12). W polu środkowym pulpitu jest umieszczony schematyczny plan torów. Na liniach przedstawiających tory znajdują się dźwigienki przechylne. Część z nich jest umieszczona w środku długości torów stacyjnych (*1*, *2*, *4* i *6*) po jednej na każdym torze, a pozostałe (*1L*, *2L*, *1P* i *2P*) — na torach szlakowych, a więc po każdej stronie pola jest tyle przełączników, ile jest torów szlakowych.

Dla samoczynnego nastawienia przebiegu, np. przy wjeździe pociągu z lewej strony, należy jednocześnie przechylić w kierunku jazdy pociągu dźwigienki przechylne: jedną odpowiadającą torowi *2L*, z którego odbędzie się wjazd, i drugą — torowi *4*, na który pociąg ma wjechać. Przy samoczynnym nastawianiu przebiegu dla wyjazdu postępowanie jest podobne.

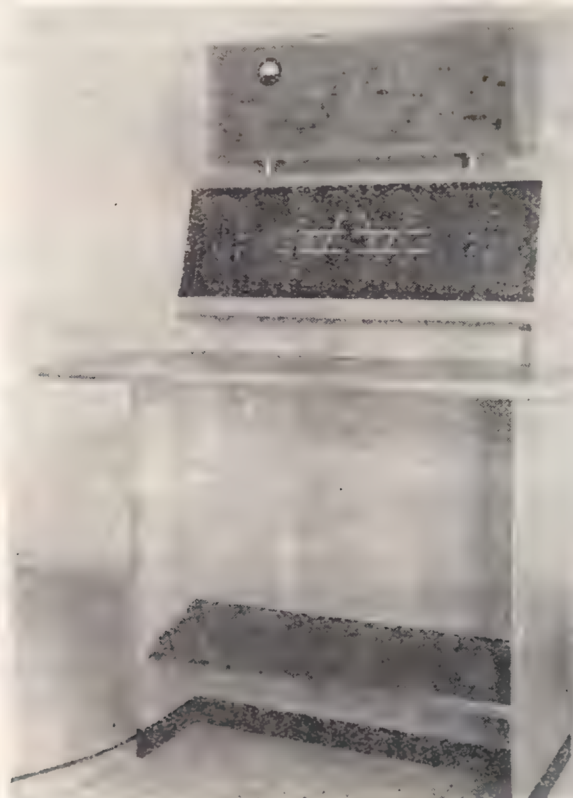
Oprócz wymienionych dźwigienek, w środkowym polu pulpitu znajduje się jeszcze pewna liczba zaplombowanych pomocniczych przycisków. Są to przyciski odwołania, używane w razie potrzeby niezwłocznego nastawienia na semaforze sygnału „Stój". Pozostałe przyciski służą do doraźnego zwolnienia przebiegu, po uprzednim zerwaniu plomby i zdjęciu ochraniacza.

Jeśli semafor wskazuje sygnał zezwalający na jazdę, to użycie przycisku

plombowanego dla przedwczesnego zwolnienia przebiegu powoduje wygaszenie zielonego (lub pomarańczowego) światła semafora i zaświecenie czerwonego.

Na bocznych częściach pulpitu nastawczego są rozmieszczone przyciski nastawcze obwodów zwrotnicowych, wykolejnicowych, tarcz manewrowych i zaporowych, przyciski nastawcze sygnałowe oraz przyciski nastawcze i liczniki obwodów sygnałów zastępczych *Sz*.

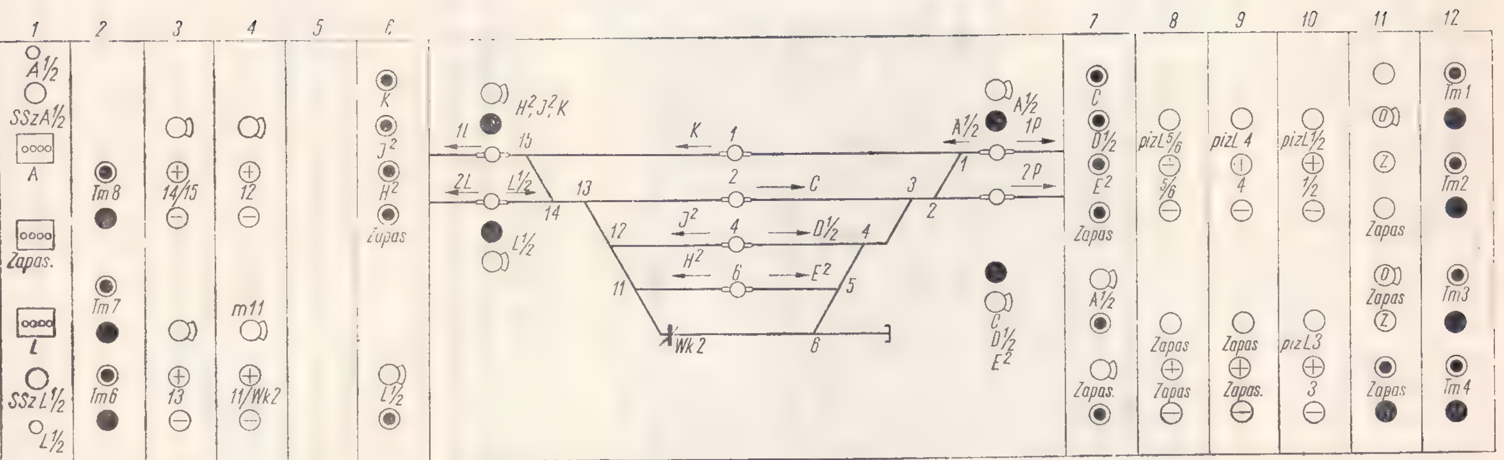
Przycisk zwrotnicowy z wyrytym znakiem „+" służy do nastawiania zwrotnicy w położenie zasadnicze (plusowe), przycisk zaś ze znakiem „−" do nastawiania w położenie przełożone (minusowe). Położenie każdej zwrotnicy jest sygnalizowane świeceniem się na planie świetlnym lampki ze znakiem „+" lub „−".



Rys. XIII-11. Jedna z pierwszych nastawnic przekaźnikowych stosowana na PKP

Podczas nastawiania zwrotnicy gaśnie światło kontroli położenia zasadniczego zwrotnicy, a po jej nastawieniu zaświeci się światło kontroli położenia przełożonego.

Zwrotnice przystosowane do miejscowego nastawiania mają przycisk oznaczony literą *m*, np. *m11* dla zwrotnicy nr *11*. Za pomocą tego przycisku obsługa nastawni wyraża zgodę na nastawienie zwrotnicy przez zwrotniczego w terenie. Przez naciśnięcie na nastawnicy przycisku *m* dla danej zwrotnicy, na jej przestawniku w terenie (rys. VIII-9) zaświeci się światło białe lub oznaczające otrzy-



Rys. XIII-12. Plan pulpitu nastawczego jednej z pierwszych nastawnic przekaźnikowych stosowanych na PKP

manie zgody. Po otrzymaniu tej zgody zwrotniczy może na miejscu przestawić zwrotnicę przez przechylenie w lewo lub w prawo specjalnej dźwigni.

Naciśnięcie przycisku *m* na nastawnicy powoduje jednoczesne zgaśnięcie światła kontrolnego tej zwrotnicy i światła kontrolnego izolacji, znajdującego się u zbiegu linii przedstawiających tory zwrotnicy. Odwołanie udzielonego zezwolenia na miejscowe nastawienie zwrotnicy odbywa się przez ponowne naciśnięcie przycisku *m*.

Zwrotnice nie przystosowane do miejscowego nastawiania mają — zamiast przycisku *m* — zaplombowany przycisk pomocniczy zwrotnicowego odcinka izolowanego *pJZ*, np. *pJZ3* dla zwrotnicy nr *3*. W razie uszkodzenia izolacji odcinka zwrotnicy należy dla jej nastawienia zerwać plombę z właściwego przycisku *pJZ* i nacisnąć go wraz z przyciskiem nastawczym „+" lub „—" danej zwrotnicy, w zależności od potrzeby.

Przyciski sygnałowe są umieszczone w pobliżu środka pulpitu nastawczego. Przez naciśnięcie przycisku sygnałowego można nastawić na semaforze każdy sygnał zezwalający, zależnie od przygotowanej drogi przebiegu.

Dla każdego semafora jest przewidziany oddzielny przycisk sygnałowy oraz po jednym przycisku S, służącym do nastawiania na semaforze sygnału zastępczego Sz na okres 60 sek; np. dla sygnału zastępczego semafora wjazdowego $A^1/_2$ przycisk ten jest oznaczony $SSzA^1/_2$. W celu wcześniejszego skasowania sygnału zastępczego, tj. przed upływem 60 sek, lub w razie uszkodzenia należy nacisnąć przycisk odwołania *oSz*. Do nastawienia na semaforze sygnału „Stój" może być użyty nie zaplombowany przycisk odwołania dla tego semafora, np. $oA^1/_2$ dla semafora $A^1/_2$.

Inny typ nastawnicy przekaźnikowej, wprowadzony również na niektórych stacjach PKP, stanowi połączenie pulpitu nastawczego z planem świetlnym szczelinowym.

Na pulpicie nastawczym są rozmieszczone przyciski do nastawiania zwrotnic, wykolejnic itp., oraz do nastawiania sygnałów na semaforach i tarczach, jak również przyciski służące do innych celów pomocniczych. Część przycisków znajduje się na liniach odpowiadających torom lub obok tych linii, np. przy zwrotnicach lub semaforach; pozostała część przycisków jest umieszczona u dołu lub u góry pulpitu nastawczego.

Ponieważ pulpit jest nachylony do poziomu pod kątem około 15°, obsługa jego może więc pracować zarówno w pozycji siedzącej, jak i stojącej.

Do nastawiania zwrotnic używa się 2 przycisków dwupołożeniowych „+" i „—" lub jednego przycisku trzypołożeniowego zwrotnego (niestabilnego).

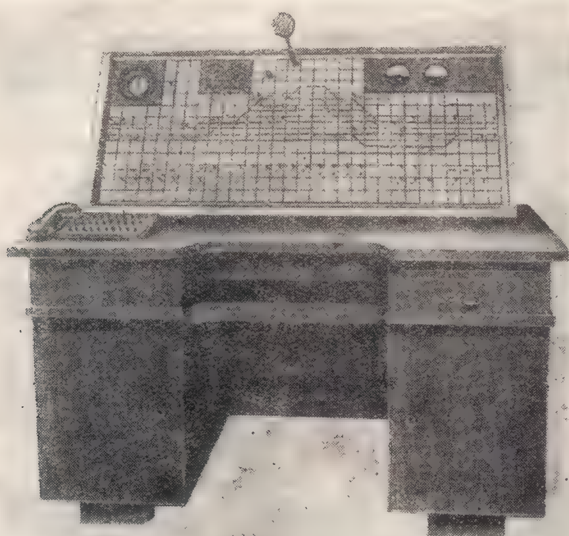
W celu ułatwienia przebudowy pulpitu w razie zmiany układu torów lub przebudowy stacji stosuje się znormalizowane pulpity nastawcze. Składają się one z jednolitych elementów składowych wykonanych w postaci kostek, od których pochodzi nazwa kostkowych nastawnic przekaźnikowych (rys. XIII-13).

Zwrotnice nastawia się za pomocą przycisków trzypołożeniowych zwrotnych, których naciśnięcie powoduje ustawienie się zwrotnicy w położenie zasadnicze

„+", a wyciągnięcie przycisku — w położenie przełożone „—". Przycisk wraca po zwolnieniu do położenia środkowego.

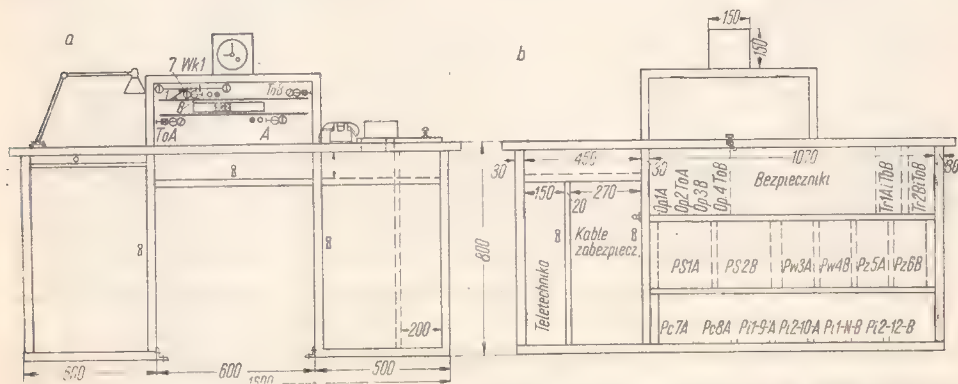
Do nastawiania sygnałów na semaforach lub tarczach używa się również przycisków trzypołożeniowych.

Na pulpicie znajdują się także liczniki, po jednym dla każdego sygnału zastępczego, służące do rejestrowania każdorazowego użycia tego sygnału. Mogą być stosowane liczniki grupowe dla kilku sygnałów zastępczych.



Rys. XIII-13. Nastawnica przekaźnikowa kostkowa dla średniej wielkości stacji

Do ręcznego zwalniania przebiegu służy plombowany przycisk dwupołożeniowy. Taki sam dwupołożeniowy przycisk jest stosowany do zbocznikowania rozwartego zestyku przekaźnika kontroli izolacji zwrotnicy w razie jej uszkodzenia.



Rys. XIII-14. Mała nastawnica przekaźnikowa dla posterunków odstępowych
a — widok z przodu, *b* — widok z tyłu

Na posterunkach blokowych są stosowane nastawnice, w których tablica manipulacyjna stanowi całość z planem świetlnym. Jest ona wykonana w kształcie biurka zawierającego wszystkie urządzenia potrzebne blokowemu do prowadzenia ruchu pociągów, jak np. telefon itp. (rys. XIII-14).

3. Plany świetlne

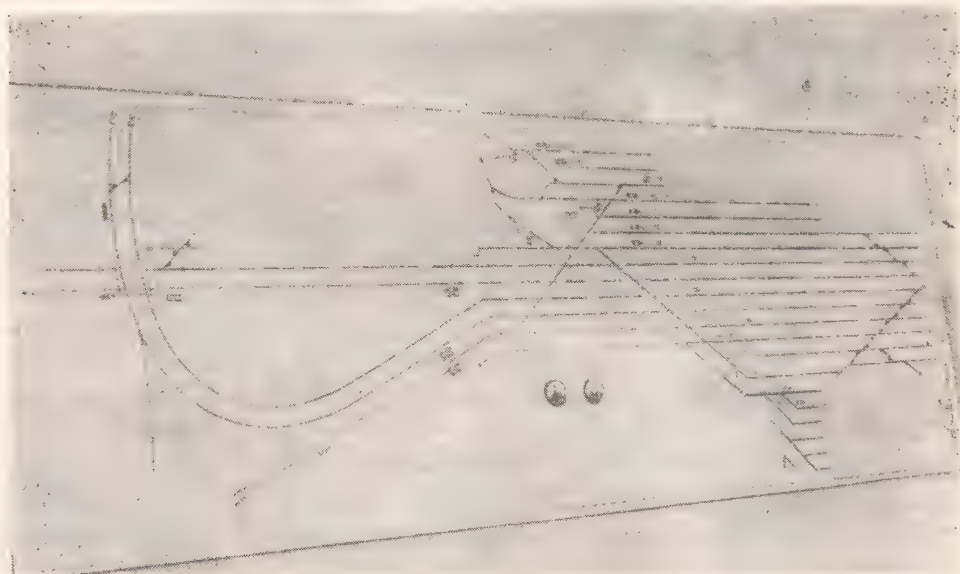
Plany świetlne stanowią część nastawnic przekaźnikowych, lecz mogą być one stosowane także w nastawnicach pozostałych typów.

Plan świetlny jest wykonany podobnie jak plan schematyczny układu torów, na którym umieszcza się powtarzacze świetlne urządzeń nastawianych z danej nastawni lub jej podległej.

Plany świetlne mogą być wykonane w połączeniu z pulpitem nastawczym lub umieszczone bezpośrednio nad nim bądź zupełnie oddzielnie zawieszone w pewnej odległości od pulpitu. Rodzaj planu świetlnego zależy od jego wielkości, rozmiarów pulpitu nastawczego oraz od warunków widoczności ze stanowiska obsługi.

Plany świetlne dla dużych stacji mogą być wykonywane jako duże całe płyty (rys. XIII-15) lub też mogą być łączone w jeden plan świetlny z mniejszych tablic.

Plany świetlne mogą być przystosowywane do pracy „n a c i e m n o” lub „n a j a s n o”. Jeżeli plan świetlny do pracy na ciemno znajduje się w poło-



Rys. XIII-15. Plan świetlny oddzielny dla dużej stacji wyposażonej w nastawnice przekaźnikowe

żeniu zasadniczym, to nie świecą się na nim żadne punkty świetlne informujące o stanie zajętości odcinków izolowanych. Jedynie oświetlone są na planie szczeliny zwrotnic sygnalizujące ich właściwe położenie w terenie. Zaświecenie się

świateł dotyczących odcinków izolowanych następuje dopiero po najechaniu pojazdu na dany odcinek izolowany. Natomiast gdy plan świetlny do pracy na jasno znajduje się w położeniu zasadniczym, to świecą się wszystkie światła powtarzające stan zajętości odcinków izolowanych; gasną one dopiero po zajęciu odcinka przez pojazd.

Plany świetlne mogą być wykonane jako plany punktowe lub szczelinowe. Na planach punktowych informacje dotyczące stanu torów i położenia zwrotnic są podawane za pomocą punktów świetlnych. Plany świetlne szczelinowe spełniają to zadanie za pomocą odpowiednich szczelin. Obecnie najczęściej są stosowane plany świetlne szczelinowe.

Zwrotnice na planach świetlnych szczelinowych mogą być uwidocznione za pomocą 2 szczelin w postaci ramion torów ułożonych pod niewielkim kątem. Oświetlona może być tylko jedna szczelina informująca o kierunku nastawienia zwrotnicy. Gdy żadna ze szczelin zwrotnicowych nie jest oświetlona, oznacza to, że zwrotnica znajduje się w położeniu pośrednim.

Po utwierdzeniu drogi przebiegu i nastawieniu na semaforze sygnału zezwalającego, szczeliny planu świetlnego odpowiadające całej drodze przebiegu łącznie ze zwrotnicami zostaną oświetlone białym światłem. Po wjeździe pociągu na odcinek toru, któremu odpowiada szczelina, zostaje ona oświetlona światłem czerwonym przesuwającym się w miarę ruchu pociągu. Odcinki drogi przebiegu przebyte przez pociąg gasną całkowicie lub zaczynają świecić światłem żółtym, zależnie od rodzaju planu świetlnego.

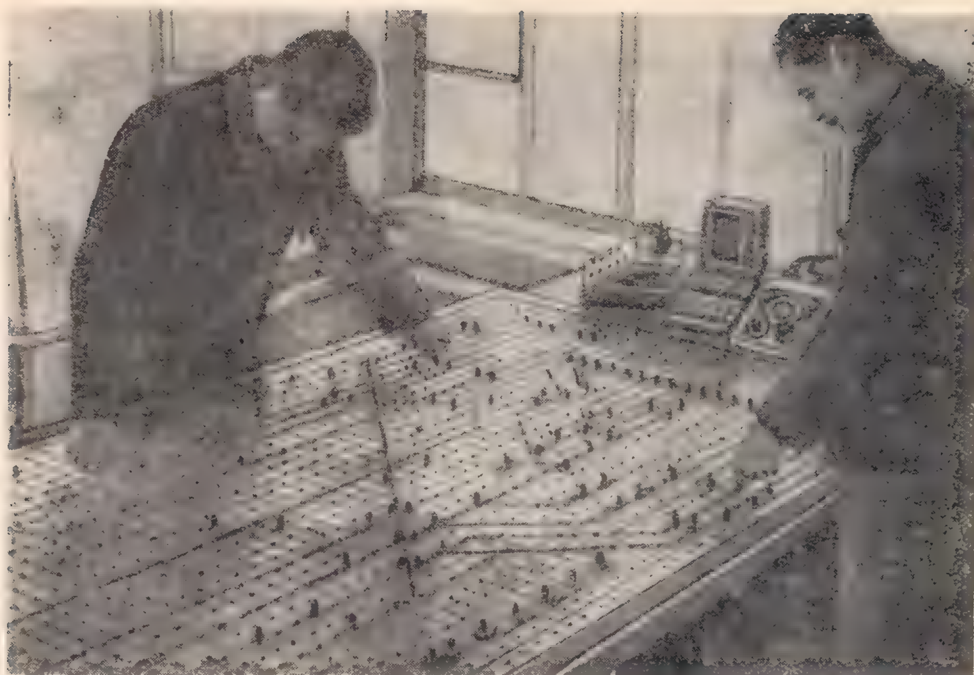
Plany świetlne szczelinowe mogą być budowane z długich żłobków nakrytych przezroczystymi szybkami z tworzywa sztucznego lub w kształcie oddzielnych kostek o stosunkowo niewielkich rozmiarach.

Szczelinowe plany kostkowe są budowane w taki sposób, że poszczególne kostki ułożone odpowiednio obok siebie tworzą pełny obraz schematycznego układu torów, oświetlanego od wewnątrz różnymi kolorami światła — odpowiednio do stanu zajętości toru.

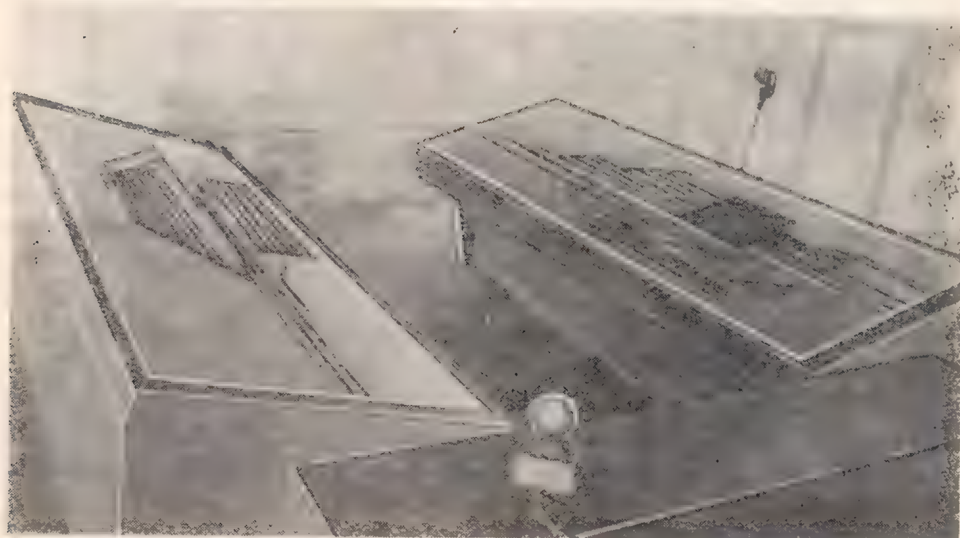
W systemie kostkowym plany świetlne stanowią zazwyczaj całość z pulpitem nastawczym. Małe zespoły planów świetlnych z pulpitami nastawczymi stosuje się dla mniejszych stacji, ustawiając je na oddzielnym stole lub biurku. Dla większych stacji duże zespoły projektowane są w ten sposób, że przystosowuje się je do obsługiwania przez 2 ludzi zwróconych do siebie twarzami (rys. XIII-16) lub stojących obok siebie (rys. XIII-17).

Zespoły tego typu są wykonywane z poszczególnych elementów w kształcie kostek (rys. XIII-18). Kostki te są osadzone w kratownicy stanowiącej szkielet nastawnicy, której element jest pokazany na rysunku XIII-19. Kostki od strony wierzchniej mają kształt kwadratu o boku 40 mm. Poszczególne kostki można wyjmować z kratownicy za pomocą specjalnych uchwytów, np. w celu wymiany żarówek, bez potrzeby otwierania pulpitu. Natomiast żarówki są wyjmowane od czoła nastawnicy po zdjęciu płytki czołowej.

Od wewnątrz są przymocowane do kratownicy kostki z oprawkami do żarówek (rys. XIII-20), w które wstawia się żarówki podłużne typu telefonicznego.



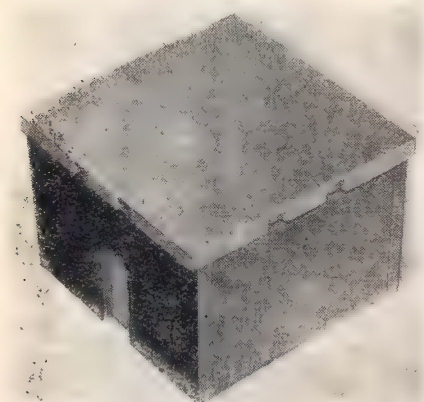
Rys. XIII-16. Jedna nastawnica przekaźnikowa (znacznej szerokości) kostkowa obsługiwana przez 2 pracowników



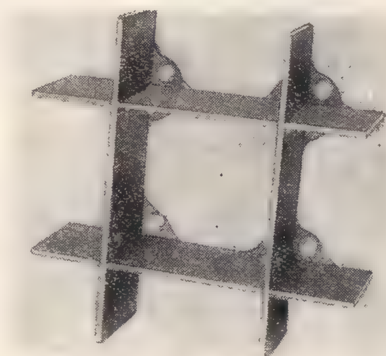
Rys. XIII-17. Dwie nastawnice dla większej stacji umieszczone obok siebie i jednocześnie obsługiwane przez 2 pracowników

Żarówki przystosowane są na napięcie 6 V dla powtarzaczy semaforów i 24 V dla powtarzaczy odcinków izolowanych.

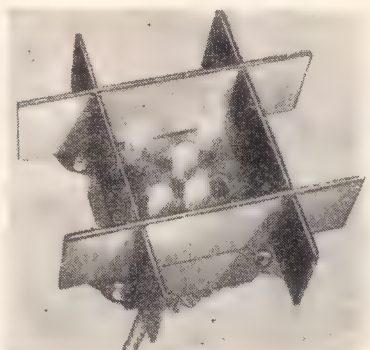
Przyciski i liczniki są przymocowane również od wewnątrz do kratownicy, przy czym pręt przycisku o średnicy 5 mm wychodzi na zewnątrz kostki przez



Rys. XIII-18. Kostka planu świetlnego z pełną płytką czołową



Rys. XIII-19. Element kratownicy planu świetlnego



Rys. XIII-20. Kostka osadzona w elemencie kratownicy planu świetlnego

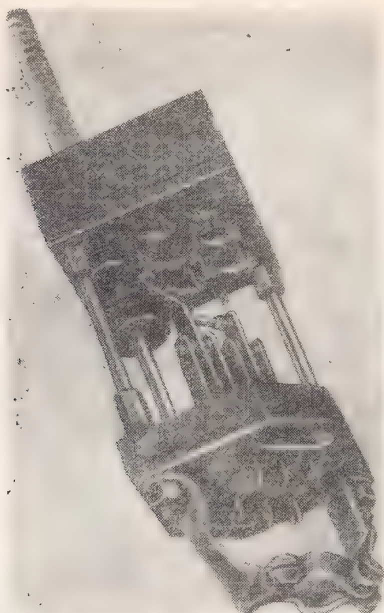
jeden z 4 otworów narożnych kostki (rys. XIII-21). W niektórych oprawkach są osadzone liczniki rejestrujące zadziałania, np. przy sygnałach zastępczych (rys. XIII-22).

W każdej kostce mającej 9 otworów (rys. XIII-23) można umieścić najwyżej 9 żarówek.

Kostki są nakrywane odpowiednimi płytkami w różnych wykonaniach. Płytki te mogą mieć szczeliny świetlne szerokości 8 mm i długości 14 lub 32 mm. Różne rodzaje szczelin w płytkach są pokazane na rysunku XIII-24.

Każda szczelina kostki może być oświetlona 3 żarówkami. W celu uzyskania barwnej szczeliny świetlnej stosuje się żarówki przesłonięte barwnym filtrem. Szczelina może więc być oświetlona 3 kolorami.

W punktowym planie świetlnym zamiast szczelin świetlnych są pomalowane linie, na których znajdują się punkty świetlne wykonane w postaci soczewek odpowiednio oświetlonych od dołu (rys. XIII-25). W planach świetlnych star-



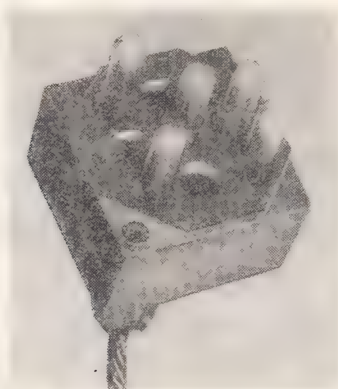
Rys. XIII-21. Przycisk do sterowania zwrotnicą lub sygnałem



Rys. XIII-22. Licznik do sygnału zastępczego

szych typów tor izolowany ma zwykle soczewkę białą, która jest oświetlona dla nie zajętego toru. Gdy tor zostanie zajęty przez tabor, wówczas zgaśnie światło pod soczewką.

Zwrotnica izolowana ma wówczas 3 punkty świetlne z białymi soczewkami (rys. XIII-26). Świało świecące się na jednym z ramion zwrotnicy oznacza



Rys. XIII-23. Kostka planu świetlnego widziana z góry

jej krańcowe położenie. Trzeci punkt znajdujący się u zbiegu ramion zwrotnicy sygnalizuje zajętość zwrotnicy. Znajdowanie się zwrotnicy w położeniu pośrednim nie sygnalizuje żadne światło. W razie zajęcia zwrotnicy zgaśnie soczewka znajdująca się w punkcie zbiegu obu ramion.

Rys. XIII-24. Różne płytki czołowe planu świetlnego

a – ze wskaźnikiem szczelinowym wzdłuż płytki, *b* – ze wskaźnikiem szczelinowym narożnym, *c* – ze szczeliną dla licznika sygnału zastępczego, *d* – ze wskaźnikiem szczelinowym dla zwrotnicy pojedynczej, *e* – ze wskaźnikiem szczelinowym, powtarzaczem semafora i otworem dla przycisku, *f* – ze wskaźnikiem szczelinowym i powtarzaczem trzykomorowej tarczy ostrzegawczej, *g* – podwójna płytka ze wskaźnikiem szczelinowym wzdłuż obu płytek, powtarzaczem semafora sześciokomorowego i otworem dla przycisku



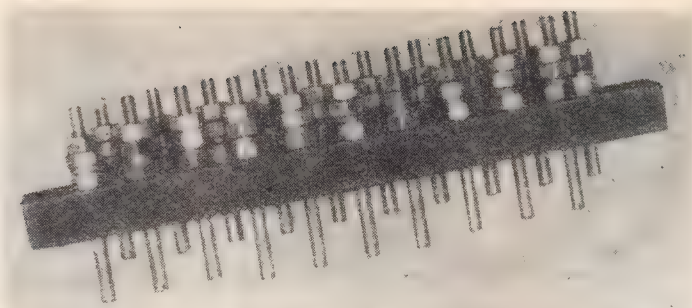
Rys. XIII-25. Odcinek planu świetlnego z punktem świetlnym



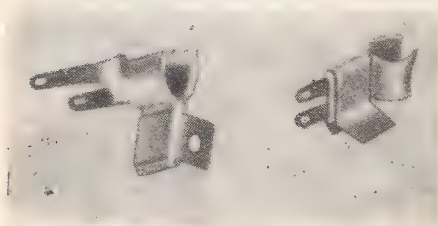
Rys. XIII-26. Zwrotnica osadzona na planie świetlnym oświetlona trzema punktami

Jeżeli tor lub zwrotnica mają po 2 żarówki, to świecenie się białego światła oznacza, że tor lub zwrotnica jest wolna: światło czerwone wskazuje ich zajętość. Gdy obie żarówki nie świecą, świadczy to, że co najmniej jedna z nich jest przepalona.

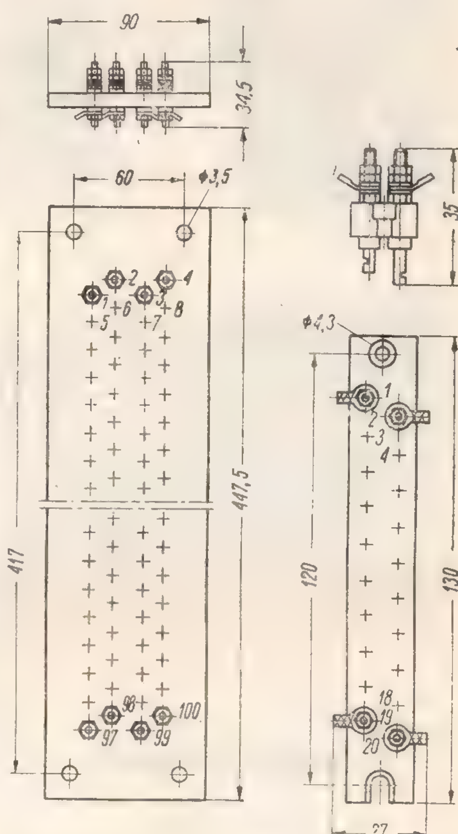
W tylnej części nastawnicy umieszcza się listwy 20-zaciskowe (rys. XIII-27), do których dołącza się przewody od wszystkich wskaźników świetlnych i sprężyn stykowych przycisków lub zacisków liczników.



Rys. XIII-27. Listwa zaciskowa w nastawnicach przekaźnikowych



Rys. XIII-29. Oprawki do żarówek powtarzaczy



Rys. XIII-30. Listwy 100- i 20-zaciskowe dla planów świetlnych

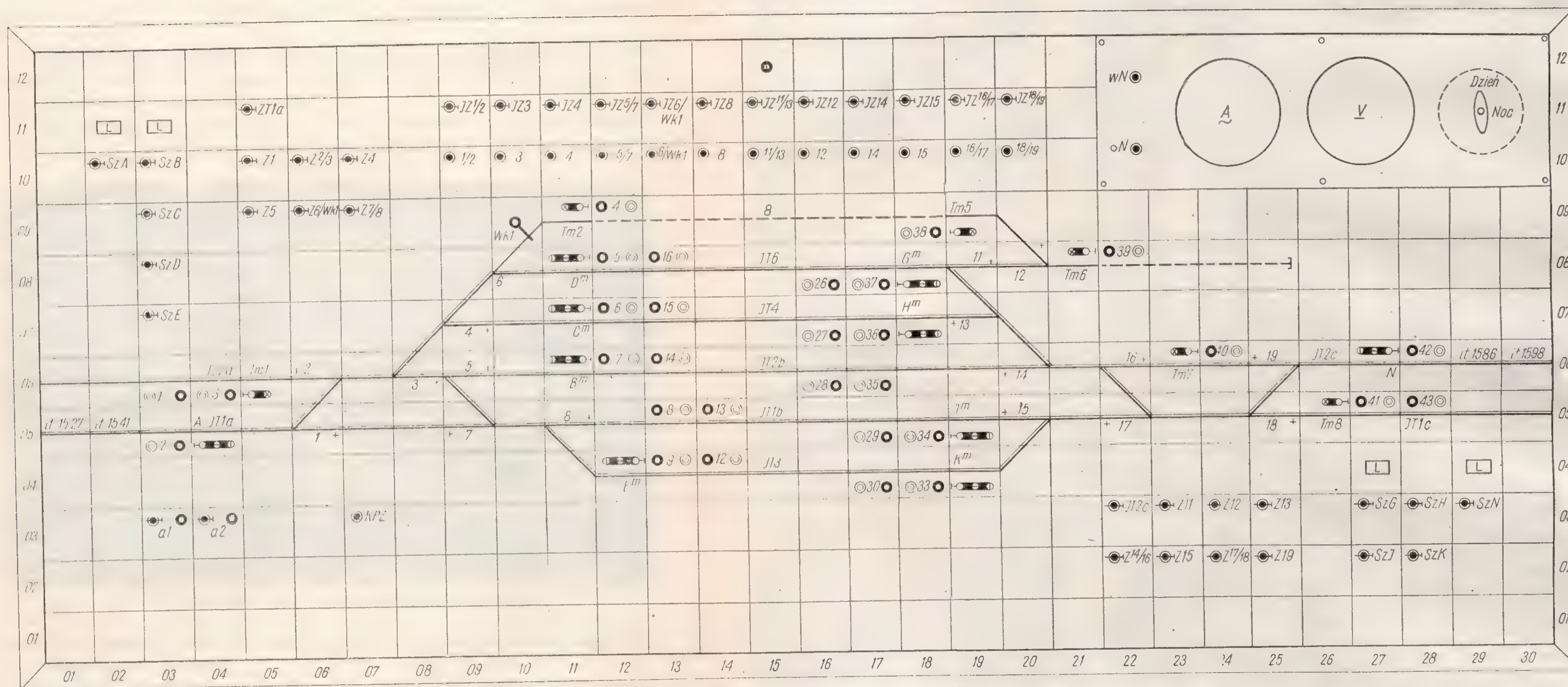
Numeracja kostek na pulpicie oraz przykładowe rozmieszczenie przycisków i powtarzaczy pokazuje rysunek XIII-28.

W planach świetlnych i pulpitach sterowniczych nastawnic typu kostkowego znajdują zastosowanie oprawki do żarówek typu telefonicznego (rys. XIII-29), do wyświetlania punktów lub szczelin powtarzaczy i sygnalizacji szczelinowej w nastawnicy kostkowej.

Listwy 100- i 20-zaciskowe dla planów świetlnych pokazano na rysunku XIII-30, a widok listwy 20-zaciskowej dla nastawnic kostkowych AC20 — na rysunku XIII-27.

4. Nastawnice przekaźnikowe innych typów

W celu skrócenia czasu potrzebnego do nastawiania przebiegów pociągowych i manewrowych na większych stacjach stosuje się nastawnice przekaźnikowe półblokowe i blokowe różnych typów; na PKP są to nastawnice typu PB. Również na PKP znalazła zastosowanie nastawnica kostkowa półblokowa



Rys. XIII-28. Rozmieszczenie elementów na pulpicie

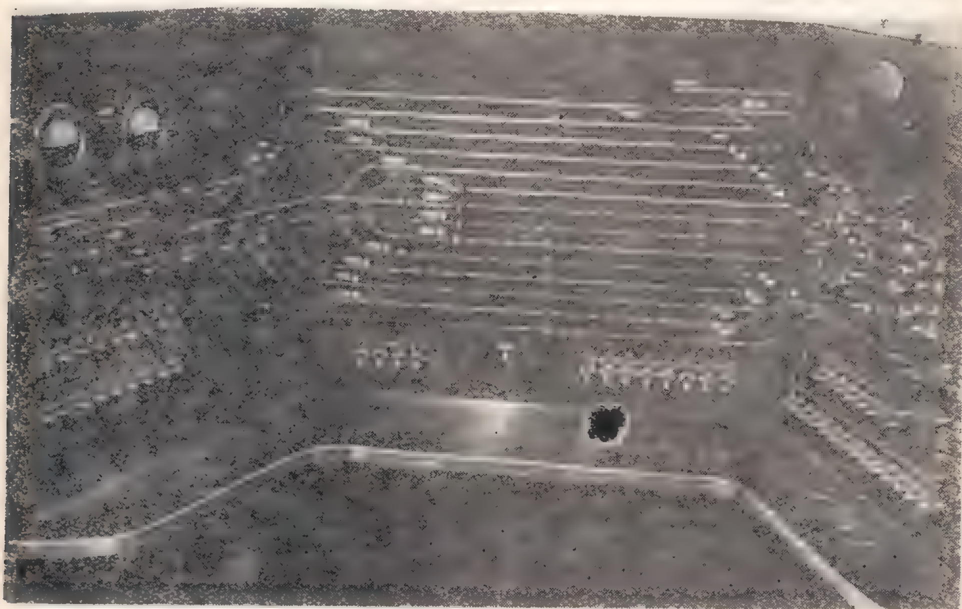
pochodzenia węgierskiego, nosząca nazwę Integra-Domino. Na kolejach ZSRR są stosowane nastawnice typu marszrutowo-przekaźnikowego („marszrutno-relejnaja centralizacija"), a na kolejach niemieckich nastawnice blokowe typu Dr lub Sp Dr („Speerplandrucktastenstellwerk").

a. Nastawnice przekaźnikowe typu PB

Nastawnice przekaźnikowe typu półblokowego PB stosowane na PKP są wykonywane podobnie jak inne nastawnice przekaźnikowe z kostkowym pulpitem, na który jest naniesiony szczelinowy plan świetlny z powtarzaczami (rys. XIII-31).

Żarówki planu świetlnego, zasilane z oddzielnego transformatora prądem zmiennym o napięciu 24 V, służą do kontroli stanu izolowanych torów zwrotnic oraz odcinków zbliżania i oddalania.

Plan świetlny wykonany jest na „ciemno". Zasadnicze położenie zwrotnic nie jest sygnalizowane. Szczeliny wszystkich zwrotnic na pulpicie można oświetlić



Rys. XIII-31. Ogólny widok nastawnicy przekaźnikowej typu PB

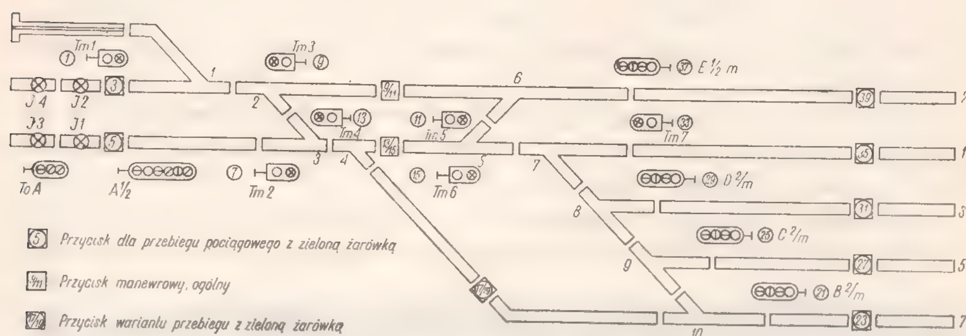
naciskając specjalny przycisk. Szczeliny zajętych zwrotnic i odcinków torowych wyświetla się na czerwono.

W celu kontrolowania sygnałów widocznych na semaforach i tarczach rozmieszcza się na planie świetlnym powtarzacze świateł semaforów i tarcz sygnałowych. Sygnały zezwalające na jazdę z ograniczoną szybkością (2 zielone lub pomarańczowe) stałe lub pojedyncze migające oraz sygnalizowane dodatkowo pasem zielonym mogą być powtarzane tylko jednym światłem.

Do nastawiania dróg przebiegów pociągowych i manewrowych służą rozmieszczone na pulpicie przyciski przebiegowe: pociągowe, manewrowe i warian-

towe (rys. XIII-32). Są one oznaczane numeracją bieżącą, nie mającą nic wspólnego z oznaczeniami semaforów lub tarcz sygnałowych, albo też skrótami semaforów lub tarcz.

Dla przebiegów pociągowych są stosowane przyciski z umieszczoną wewnątrz (lub obok) zieloną żarówką; na schematach są one oznaczone kwadratem z wpisanym kółkiem i numerem w środku.



Rys. XIII-32. Schemat nastawnicy przekaźnikowej typu PB z rozmieszczonymi przyciskami

Przyciski do nastawiania przebiegów manewrowych mają wewnątrz lub obok białą żarówkę i w schematach są oznaczone tylko kółkiem z numerem w środku.

Do samoczynnego nastawiania dowolnych przebiegów pociągowych — oprócz przebiegu zasadniczego — których nie można utworzyć za pomocą istniejących przebiegów elementarnych, są stosowane przyciski wariantowe. Przyciski te oznacza się 2 liczbami w postaci ułamka i umieszcza na osi toru; przyciski wariantu dla przebiegów pociągowych mają wewnątrz żarówkę zieloną (na schematach oznaczone są kwadratem i kółkiem w środku).

Jeżeli stacja ma kilka dróg zwrotnicowych do skierowania ruchu na dany tor przyjęciowy, to przez zastosowanie przycisków wariantowych można wykorzystać wszystkie drogi przebiegów pociągów, jakich utworzenie umożliwia układ zwrotnic i torów stacji.

Warianty przebiegów mogą być wykorzystane zwłaszcza w razie awarii, uszkodzenia izolacji, wykonywania robót drogowych itp., gdy istnieją trudności w ustawieniu przebiegu zasadniczego.

W miejscu, w którym stykają się 2 sąsiednie elementarne drogi przebiegu manewrowego, jest umieszczony przy tarczy manewrowej na osi toru przycisk wariantu dla manewrów nie oświetlony wewnątrz żarówką. Przycisk ten jest oznaczony liczbą ułamkową, na którą składają się numery oznaczające 2 sąsiednie przyciski manewrowe. W schematach przycisk ten oznaczony jest kwadratem. Użycie tego przycisku zastępuje naciśnięcie obu sąsiednich przycisków manewrowych. Przycisk wariantu dla manewrów jest używany w razie nastawiania dłuższej drogi przebiegu manewrowego, złożonego z kilku przebiegów elementarnych.

Oprócz wymienionych przycisków są jeszcze stosowane przyciski pomocnicze, umieszczane zwykle na pulpicie nastawczym lub na osobnej tablicy. Przyciski pomocnicze służą do ręcznego zwalniania przebiegu bądź do wyłączania izolacji zwrotnicowej itp.

Przyciski stosowane w tych nastawnicach są trzy- lub dwupołożeniowe. Gdy żaden przebieg nie jest ustawiony, wszystkie przyciski są nie oświetlone.

Przyciski przeznaczone do nastawiania drogi przebiegu dla pociągów umieszcza się zwykle na osi toru przy powtarzaczu semafora oraz na osiach torów przyjazdowo-odjazdowych (np. *3*, *5*, *39* itp.).

Przyciski manewrowe umieszcza się obok powtarzacza tarczy manewrowej jako początkowe (np. *7*, *9*, *33* itd.); w drugim końcu po przeciwnej stronie toru, przy którym znajduje się powtarzacz tarczy manewrowej, umieszcza się w razie potrzeby przycisk końcowy przebiegu manewrowego.

Przyciski wariantowe są umieszczane na osi toru, po którym może odbyć się przebieg pociągowy (np. *17/19*).

Przyciski wariantu dla manewrów są umieszczane na osi toru, po którym może się odbywać przebieg manewrowy, w pobliżu powtarzacza tarczy manewrowej (np. *9/11*, *13/15* itp.).

Do nastawienia drogi przebiegu pociągowego lub manewrowego należy użyć zawsze co najmniej 2 przycisków, z których początkowy znajduje się na początku, a końcowy — na końcu danej drogi przebiegu.

W celu nastawienia drogi przebiegu pociągowego naciskamy najpierw przycisk początkowy przebiegu. Żarówka znajdująca się w tym przycisku zaczyna świecić światłem migającym. Gdy przyciśniemy następnie przycisk końcowy przebiegu, żarówka umieszczona w nim również zacznie świecić zielonym światłem migającym.

Przy nastawianiu na przykład drogi przebiegu dla wjazdu na tor *3* naciskamy najpierw (rys. XIII-32) przycisk 5 (jako początkowy) obok powtarzacza semafora wjazdowego $A^{1/2}$, a następnie przycisk *31* (jako końcowy) umieszczony na osi toru 3 przyjazdowo-odjazdowego.

W czasie nastawiania drogi przebiegu zaświeci się czerwona żarówka sygnalizująca zadziałanie przekaźników kierunkowych, informująca o pracy układu wybierającego oraz o wykluczeniu nastawienia jakiegokolwiek innego przebiegu w tej głowicy stacji. Gdy rozpocznie się automatyczne nastawianie drogi przebiegu, żarówka w przycisku końcowym zaświeci się światłem ciągłym.

Po nastawieniu i zamknięciu drogi przebiegu, odpowiadająca tej drodze szczelina zaświeci się światłem białym. Gdy na powtarzaczu semafora wjazdowego ukaże się sygnał zezwalający, zgasną żarówki w obu przyciskach.

Jeśli pierwsza oś pociągu wjedzie na odcinek izolowany stanowiący część drogi przebiegu, to gaśnie białe światło w szczelinie i zaświeci się światło czerwone; gdy pociąg opuści odcinek izolowany, zgaśnie światło czerwone.

Drogi przebiegów manewrowych mogą być nastawiane przebiegowo lub indywidualnie w sposób podobny jak drogi przebiegów pociągowych.

Podczas nastawiania drogi przebiegu manewrowego manipulacje przyciskami

oraz wyświetlanie się żarówek światłem białym na planie świetlnym są takie same, jak przy nastawianiu drogi przebiegu pociągowego.

Do skierowania przebiegu pociągowego bądź manewrowego inną drogą, niż wyznaczona przez przyciski manewrowe lub pociągowe, a więc dla której nie są przewidziane możliwości utworzenia przebiegu za pomocą przebiegów elementarnych, używa się przycisku ogólnego (dla przebiegów manewrowych) albo wariantowego (dla przebiegów pociągowych).

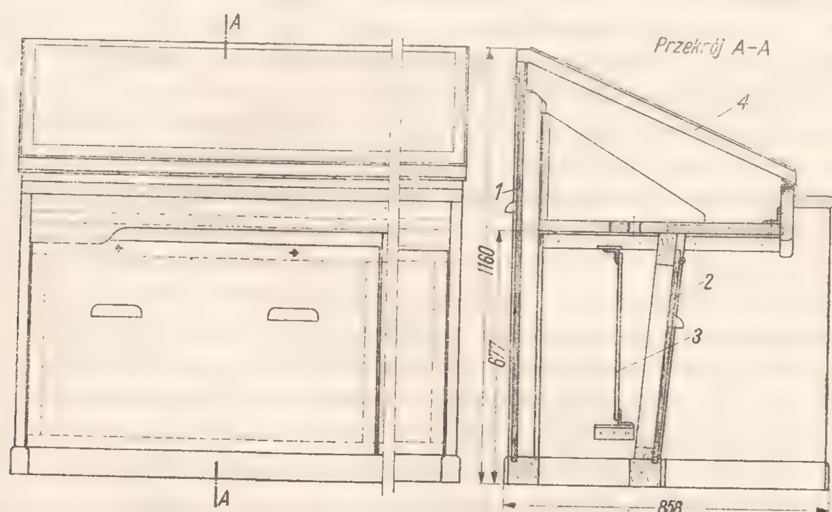
Jeżeli stacja jest podzielona na dwa okręgi nastawcze, to na pulpitach nastawczych w obu nastawniach, w miejscu przechodzenia granicy okręgów nastawczych są umieszczane na wszystkich torach po 2 żarówki sygnalizujące — jedna światłem czerwonym, druga — białym.

Nastawienie przebiegu pociągowego w okręgu jednej nastawni na pewien tor powoduje zaświecenie się odpowiedniej czerwonej żarówki na pulpicie nastawczym drugiej nastawni, co stanowi uprzedzenie i niemożliwości nastawienia na ten tor jakiegokolwiek innego przebiegu.

Podczas nastawiania przebiegu manewrowego w jednej nastawni, w drugiej nastawni zaświeci się żarówka z białym światłem oznaczająca, że na ten tor nie można planować przebiegu pociągowego, a tylko ewentualnie inny przebieg manewrowy.

Nastawnice pulpitowe, opisane uprzednio, stanowiące konstrukcję nastawnicy przekaźnikowej typu PB, mają pulpit nastawczy stanowiący całość z planem świetlnym.

Nastawnica tego typu ma wygląd biurka z pulpitem nastawczym stanowiącym całość ze schematycznym planem świetlnym stacji, na którym są rozmieszczone przyciski zwrotnicowe, sygnałowe, przebiegowe i pomocnicze. Jest to nastawnica kostkowa (rys. XIII-33).



Rys. XIII-33. Nastawnica pulpitowa stosowana na PKP

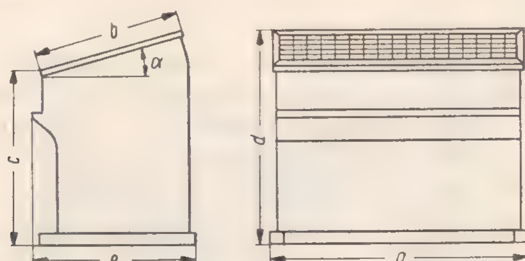
1 — tylna ściana odejmowana, 2 — przednia ściana odejmowana, 3 — rama do umieszczania listew zaciskowych, 4 — płyta pulpitu nastawczego

Pulpit jest nachylony pod kątem 15÷25°. Płyta pulpitu może być uniesiona w razie potrzeby w górę do 60°, co ułatwia dostęp do wewnętrznych elementów nastawnicy.

Liczba kostek w danym pulpicie jest zależna od wielkości stacji, a rodzaj

Tablica XIII-1

Oznaczenie	Liczba kostek		Wymiary nastawnicy [mm]					Kąt α w°
	w poziomie	w pionie	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	
AC 2001	15	6	675	340	70	340	340	60°
2002	30	12	1300	580	760	1030	920	25°
2003	40	17	1700	780	850	1000	835	15°
2004	50	22	2100	980	850	1105	980	15°
2005	60	26	2500	1140	850	1150	1140	15°
2006	75	22	3100	980	850	1105	980	15°



kostek — od liczby i układu torów, typów rozjazdów, semaforów i tarcz oraz przycisków umieszczonych na jednej kostce.

Znormalizowane wymiary pulpitów nastawczych produkowanych przez Zakłady Wytwórcze Urządzeń Sygnalizacyjnych są podane w tablicy XIII-1.

b. Nastawnice przekaźnikowe typu Integra-Domino

Inny typ nastawnicy przekaźnikowej tzw. „Integra-Domino", zastosowanej na jednej ze stacji PKP, jest wykonany w kształcie pulpitu kostkowego o wymiarach kostek 40×40 mm, z których ułożono schematyczny plan torów.

Nastawnica tego typu ma nieco inne wykonanie niż nastawnica typu E, a różnicę stanowią elementy kostkowe, przy czym w każdym z nich można zainstalować 12 punktów świetlnych. Ponadto przyciski w tych nastawnicach mają miniaturową konstrukcję. Wyjmowanie górnej części elementu kostkowego wykonuje się za pomocą magnesu stałego. Kąt nachylenia pulpitu w stosunku do poziomu wynosi 18°.

Dolna część nastawnicy jest wykonana z drewna, a rama służąca do umocowania kostek — z metalu. Elementy kostkowe są wykonane z mas plastycznych, a jedynie górna ich część — z metalu. Nastawnica nie jest przystosowana do wmontowania w nią centralki telefonicznej, ani nie może być wykorzystywana jako biurko do wykonywania prac kancelaryjnych.

Przestawianie zwrotnic, nastawianie przebiegów pociągowych i manewrowych odbywa się za pomocą przycisków stabilnych i niestabilnych. Wiele przycisków jest plombowanych i zaopatrzonych w liczniki. Wszystkie przyciski są dwupołożeniowe i każdy z nich ma jeden zestyk. W razie potrzeby użycia większej liczby zestyków stosuje się przekaźnik pomocniczy (typu teletechnicznego), którego zestyki wchodzą do dalszych zależności.

Do indywidualnego nastawiania zwrotnic służy jeden przycisk grupowy oraz jeden przycisk indywidualny każdej zwrotnicy. Przyciski indywidualne są umieszczone w dolnej części pulpitu w jednym szeregu.

Nastawienie zwrotnicy w odpowiednie położenie odbywa się przez jednoczesne naciśnięcie przycisku grupowego i indywidualnego danej zwrotnicy.

Przyciski przebiegowe są umieszczone obok powtarzaczy sygnalizatorów. Jeśli są stosowane warianty przebiegów, to między przyciskami początku i końca przebiegu znajdują się białe przyciski wariantu przebiegu, umieszczone przy tym torze, po którym ma się odbywać przebieg.

W celu nastawienia przebiegu należy nacisnąć przycisk początku przebiegu i przycisk wariantu, następnie puścić przycisk wariantu i nacisnąć przycisk końca przebiegu. Po obsłużeniu tych trzech przycisków następuje przebiegowe nastawienie zwrotnic i zamknięcie drogi przebiegu. Gdy pociąg jeszcze nie znajduje się na odcinku zbliżania, wówczas istnieje możliwość rozwiązania drogi przez obsłużenie przycisku przebiegowego i przycisku grupowego do ręcznego zwalniania; w takim przypadku nastąpi wygaszenie sygnału zezwalającego i zwolnienie drogi przebiegu. Jeżeli pociąg zajmuje odcinek zbliżania, to nastąpi samoczynne utwierdzenie drogi przebiegu.

Jeśliby zaszła konieczność ręcznego rozwiązania utwierdzenia drogi przebiegu, należy użyć przycisku doraźnego zwolnienia, po uprzednim zerwaniu plomby. Zwolnienie utwierdzenia drogi przebiegu następuje z opóźnieniem, zależnym od regulowanego przekaźnika czasowego. Każdorazowe użycie przycisku doraźnego jest rejestrowane przez licznik.

Znajdujące się na pulpicie przyciski samoczynności dla przedłużenia samoczynnej blokady liniowej przez stację po torach głównych zasadniczych są stabilne i umieszczone są w torze; przyciski biorące udział w nastawianym przebiegu powinny być obrócone o kąt 90°.

Przyciski do obsługi sygnału zastępczego są niestabilne, a więc w celu podania sygnału należy trzymać je podczas wyświetlania sygnału zastępczego cały czas naciśnięte. Puszczenie przycisku powoduje wygaszenie sygnału zastępczego.

Pozostałe przyciski dotyczące izolacji zwrotnic, sterowania rogatkami, wyłącznika awaryjnego są również niestabilne.

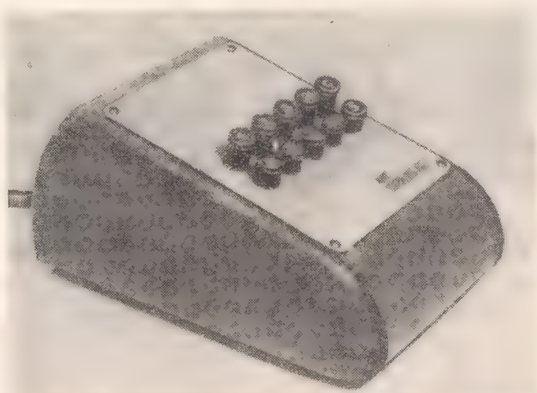
W lewym górnym rogu pulpitu nastawczego znajduje się gniazdko służące do sprawdzania żarówek umieszczonych w pulpicie. Ponadto na pulpicie są zainstalowane przyrządy kontrolne, jak woltomierz i amperomierz, umieszczone w elemencie kostkowym, a wewnątrz nastawnicy może być wmontowany sygnał akustyczny oraz bezpieczniki należące do obwodów kontrolnych i nastawczych zwrotnicy.

Stopień jasności świecenia lampek na pulpicie jest regulowany przełącznikiem mającym sześć stopni nastawienia tej jasności.

Wszelkie uszkodzenia obwodów elektrycznych są sygnalizowane na pulpicie światłem migającym. Światło migające pojawia się w tym miejscu, w którym nastąpiło uszkodzenie. Niektóre uszkodzenia są sygnalizowane jeszcze dodatkowo dzwonkiem. Dzwonek można wyłączyć, natomiast światło migające świeci do momentu usunięcia usterki. Użyta tu sygnalizacja ma tę zaletę, że sygnalizuje od razu rodzaj i miejsce zaistniałej usterki.

c. Nastawnik przyciskowy

Do zdalnego sterowania urządzeniami zabezpieczenia ruchu kolejowego stosuje się jeszcze inny typ pulpitu nastawczego, nazywanego także nastawnikiem przyciskowym (rys. XIII-34), który wykonany jest w postaci niewielkiego aparatu, mającego odpowiednią liczbę przycisków, umożliwiających nadawanie poleceń w sposób końcowy z nastawni centralnej. Każdy przycisk tego nastawnika może przesyłać inną grupę impulsów. Dla nadania określonego sygnału kodu należy nacisnąć kilka przycisków w pewnej, ustalonej z góry kolejności.



Rys. XIII-34. Widok ogólny nastawnika przyciskowego

Za pomocą kodów odbywa się sterowanie urządzeniami zrk (tzw. zdalne sterowanie) na stacjach i mijankach, jak również powrotne otrzymywanie od tych stacji lub mijanek informacji o stanie urządzeń.

Zasadniczo pulpit taki zawiera 10 przycisków (rys. XIII-35).

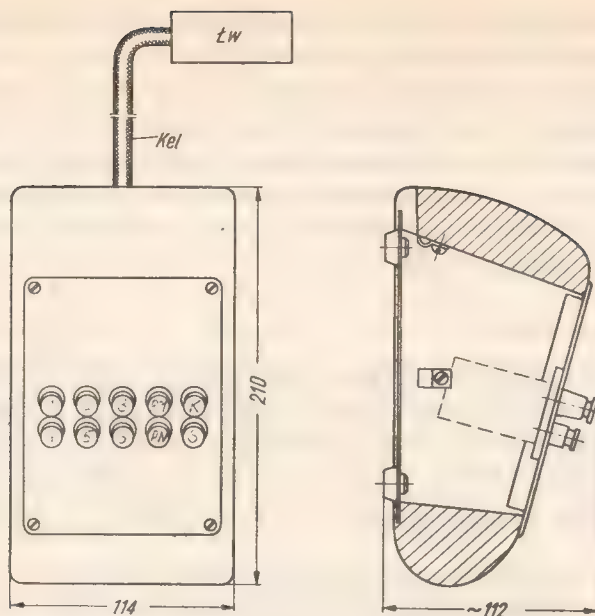
Sześć przycisków ponumerowanych bieżącymi cyframi od *1* do *6* służy do nadawania grupy kodów nakazu. Pozostałe cztery przyciski mają inne przeznaczenie, a mianowicie:

PM — powtórzenie meldunku,

PN — powtórzenie nakazu,

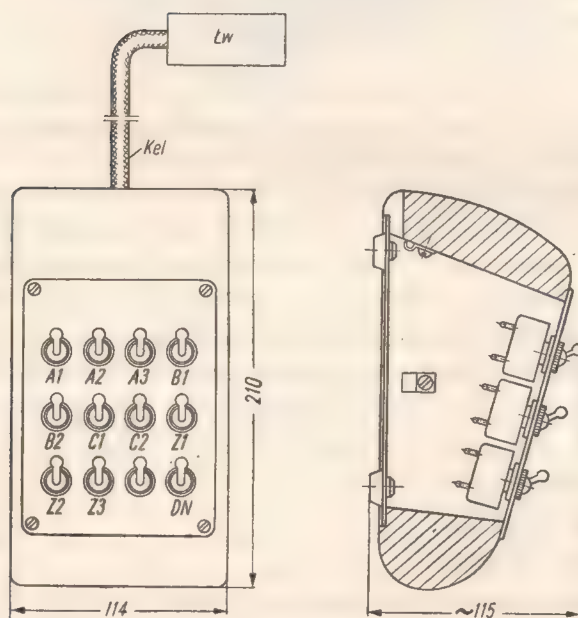
K — kasowanie niewłaściwie wybranego nakazu,

S — startowy.



Rys. XIII-35. Budowa typowego nastawnika przyciskowego

Łw — łączówka wtykowa, *Kel* — kabel elastyczny



Rys. XIII-36. Budowa aparatu do zamykania torów stacyjnych

Nastawnik taki jest bardzo wygodny w obsłudze, wymaga jedynie zapamiętania kodów przez obsługującego pulpit, co w zasadzie nie jest zbyt trudne do opanowania.

Niektóre nastawniki mają jeszcze dodatkowe przyciski służące do oznaczania numeracji pociągów wjeżdżających na odcinek wyposażony w urządzenia zdalnego sterowania.

Dodatkowe przyciski mają oznaczenia literowe, oznaczające pociągi: *P* — pospieszny, *O* — osobowy, *T* — towarowy.

Szczeliny świetlne na planie świetlnym urządzeń zdalnego sterowania, powtarzające stan zajętych odcinków izolowanych przez pociąg pospieszny (*P*) świecą światłem migającym z pewną ustaloną częstotliwością; po zajęciu przez pociąg osobowy (*O*) z inną częstotliwością i dla pociągu towarowego (*T*) — jeszcze z inną częstotliwością. Zastosowanie tych przycisków ułatwia pracę dyspozytorowi (dyżurnemu), gdyż informuje go o rodzaju pociągu i miejscu jego znajdowania się na linii.

W nastawni centralnej dyspozytor (dyżurny) odcinka wyposażonego w urządzenia zdalnego sterowania ma dodatkowy nastawnik, za pomocą którego dokonuje on zamknięcia torów na dowolnej stacji wykonawczej odcinka (rys. XIII-36). Konstrukcja takiego nastawnika jest podobna do nastawnika nakazów. Nastawnik zamknięcia torów zamiast przycisków ma przechylne przełączniki stabilne. Każdy z przełączników jest oznaczony pierwszą literą nazwy stacji lub ustalonym dla danej stacji numerem oraz dodatkowo numerem toru, który ma być zamknięty za pomocą danego przełącznika.

Prócz tego na pulpicie nastawnika znajduje się przełącznik „dzień — noc" oznaczony literami (*DN*), który reguluje wielkość napięcia zasilającego lampki planu świetlnego w dzień lub w nocy, oraz przełącznik rezerwowy bez specjalnego przeznaczenia.

SKOROWIDZ RZECZOWY

Cena zł 45.–

